



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
И.А. Пыталев

07.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И ГРОХОЧЕНИЕ

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Обогащение полезных ископаемых

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	3
Семестр	5, 6

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
27.02.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой

И.А. Гришин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
07.02.2025 г. протокол № 4

Председатель

И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ГМДиОПИ, канд. техн. наук О.П. Шавакулева

Рецензент:

ведущий специалист ООО «Уралхимсервис», канд. техн. наук

В.Ш. Галямов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Дробление, измельчение и грохочение» являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности 21.05.04 Горное дело.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дробление, измельчение и грохочение» входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения),

Химия

Физика

Теоретическая механика

Прикладная механика

Геология

Электротехника

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Гравитационный метод обогащения

Магнитные и электрические методы обогащения

Флотационный метод обогащения

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - преддипломная практика

Технология обогащения полезных ископаемых

Проектирование обогатительных фабрик

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Дробление, измельчение и грохочение» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен осуществлять техническое руководство работами по обогащению полезных ископаемых и подготовке сырья к обогащению, выбирать технологию обогащения и рассчитывать необходимые технологические параметры
ПК-3.1	Определяет организационные и технические меры по выполнению производственных заданий в отделениях вспомогательных, подготовительных и основных операций по переработке сырья
ПК-3.2	Контролирует ведение процесса переработки сырья, организует безопасную работу персонала обогатительных фабрик и дробильно-сортировочных установок
ПК-3.3	Оптимизирует режимы работы оборудования, используя теоретические основы методов обогащения полезных ископаемых

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 211,6 акад. часов;
- аудиторная – 204 акад. часов;
- внеаудиторная – 7,6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 40,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен, зачет с оценкой, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
1.1 Предмет и содержание курса. Дробление, измельчение и грохочение, как основные процессы рудоподготовительных переделов обогатительных фабрик, их место в общей схеме обогащения полезных ископаемых	5	2				Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №1	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.2 Факторы, определяющие крупность исходной руды, дробленого материала, подготовленного к обогащению продукта и конечную крупность измельчения промежуточных продуктов		2				Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №1	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		4						
2. Крупность зернового материала проб								
2.1 Гранулометрический анализ и ситовые характеристики. Уравнения характеристик крупности (Годена-Андреева, Розена-Рамлера и др.)	5	2	6			Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторной работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2 Разделение материалов по крупно-сти. Шкала и модули		2		2		Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №2	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

классификации, основание шкал классификации								
Итого по разделу		4	6	2				
3. Грохочение полезных ископаемых								
3.1 Назначение операций грохочения и их эффективность. Факторы, влияющие на эффективность грохочения	5	2				Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.2 Просеивающие поверхности, коэффициент живого сечения сит, вероятность прохождения единичного зерна через отверстие сита		4	6		1	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		6	6		1			
4. Оборудование для грохочения								
4.1 Классификация грохотов, их кинематические схемы и конструкции	5	2	8			Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
4.2 Расчеты операций грохочения. Выбор и расчет грохотов и их компоновка с основным технологическим оборудованием		2				Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №4	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
4.3 Эксплуатация и правила обслуживания грохотов		2		2		Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №4	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		6	8	2				
5. Основы теории процессов дезинтеграции								
5.1 Физические основы процессов дробления и измельчения. Физико-механические свойства горных пород	5	2	4		0,9	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
5.2 Разрушение хрупких тел. Гипотезы дробления. Способы дробления и измельчения		2	2			Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №5	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
5.3 Степень дробления. Стадиальность схем дробления и измельчения. Классификация стадий дробления и измельчения по крупности перерабатываемого материала		2	4			Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №5	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
5.4 Схемы дробления и измельчения. Режимы работы отделений дробления измельчения		2	2			Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №5	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		8	12		0,9			
6. Оборудование для								

дробления								
6.1 Щековые дробилки, их классификация и область использования. Конструкции щековых дробилок с простым и сложным качанием щеки. Конструкция вибрационной щековой дробилки. Технические характеристики щековых дробилок. Расчет производительности щековых дробилок	5		4			Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
6.2 Конусные дробилки, их классификация и область использования. Конструкции конусных дробилок крупного, среднего и мелкого дробления. Конструкция конусной инерционной дробилки. Технические характеристики конусных дробилок. Дробилки с гидравлическим регулированием разгрузочной щели. Практика использования конусных дробилок			2			Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
6.3 Валковые дробилки. Принцип действия, область применения, степень дробления, производительность и регулировка крупности дробимого материала. Правила технической эксплуатации и техники безопасности при обслуживании дробилок. Конструкция валковой дробилки высокого давления		2	2			Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
6.4 Дробилки ударного действия. Конструкции молотковых, роторных и центробежных дробилок. Принцип действия, область применения, степень дробления, производительность и регулировка крупности дробимого материала. Правила технической эксплуатации и техники безопасности при обслуживании дробилок		2		2		Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №6	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		4	8	2				
7. Оборудование для измельчения								
7.1 Классификация мельниц по	6	2	2		2	Подготовка к контрольной	Контрольная работа №7	

измельчающей среде, способу разгрузки и длине барабана. Конструкции мельниц различных типов (стержневых, шаровых с центральной разгрузкой и разгрузкой через решетку, мельниц самоизмельчения)						работе		ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7.2 Компоновка мельниц и сопряжение с классифицирующим оборудованием.	6	2	2	2		Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7.3 Механика барабанных мельниц. Скоростные режимы работы, критическая скорость вращения барабана. Полезная мощность, потребляемая мельницей. Оптимальная скорость вращения мельницы		2	4	2	2	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7.4 Мелющие тела, закономерности их износа, рационализация шаровой нагрузки в мельнице. Эксплуатация мельниц		2	4	2	2,6	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7.5 Кинетика измельчения		2	4	2		Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7.6 Характеристики пульпы, их влияние на результаты измельчения и приемы регулирования технологического процесса. Определение циркулирующей нагрузки по результатам опробования		2	2	4		Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7.7 Производительность мельниц		2	2	2		Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7.8 Правила технической эксплуатации барабанных мельниц		2		2		Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7.9 Конструкции, область использования мельниц Vertimill и центробежной мельницы				2		Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7.10 Основные направления по разработке нового оборудования и технологических схем подготовки полезных ископаемых к обогащению						Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		16	20	18	6,6			

Итого за семестр	48	60	24	8,5		кр,зао	
Итого по дисциплине	48	60	24	8,5		экзамен, зачет с оценкой, курсовая работа	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Дробление, измельчение и грохочение» применяются различные виды образовательных технологий.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно- иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лекция «вдвоем» (бинарная лекция) – изложение материала в форме диалогического общения двух преподавателей (например, реконструкция диалога представителей различных научных школ, «ученого» и «практика» и т.п.).

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

3. Игровые технологии – организация образовательного процесса, основанная на реконструкции моделей поведения в рамках предложенных сценарных условий.

Формы учебных занятий с использованием игровых технологий:

Учебная игра – форма воссоздания предметного и социального содержания будущей профессиональной деятельности специалиста, моделирования таких систем отношений, которые характерны для этой деятельности как целого.

Деловая игра – моделирование различных ситуаций, связанных с выработкой и принятием совместных решений, обсуждением вопросов в режиме «мозгового штурма», реконструкцией функционального взаимодействия в коллективе и т.п.

Ролевая игра – имитация или реконструкция моделей ролевого поведения в предложенных сценарных условиях.

4. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлекссию.

Основные типы проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Творческий проект, как правило, не имеет детально проработанной структуры; учебно-познавательная деятельность студентов осуществляется в рамках рамочного задания, подчиняясь логике и интересам участников проекта, жанру конечного результата (газета, фильм, праздник, издание, экскурсия и т.п.).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

5. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-пресс-конференция.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

6. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся
Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
а) Основная литература:

1. Дробление, измельчение и подготовка минерального сырья к обогащению : учебное пособие [для вузов] / О. П. Шавакулева, Н. А. Сединкина, И. А. Гришин ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2021. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. – Режим доступа: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3235>
2. Добыча, подготовка и обогащение сырья цветных металлов: учебник / Б. Е. Горячев, А. А. Николаев; Горячев Б. Е., Николаев А. А. - Москва : МИСИС, 2021. - 368 с. - Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки. - URL: <https://e.lanbook.com/book/238346>. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/238346.jpg>.
3. Семакина, О. К. Оборудование перерабатывающих производств. Переработка минерального сырья : учебник для вузов / О. К. Семакина, Д. А. Горлушко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 90 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00706-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561283> (дата обращения: 15.04.2025).

б) Дополнительная литература:

1. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лукина К. И., Якушкин В. П., Муклакова А. Н. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 224 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501567> - Загл. с экрана. – ISBN 978-5-16-010748-6.
2. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых: учебник : в 2 томах / В. М. Авдохин. - 4-е изд., стер. - Москва : Горная книга, [б. г.]. - Том 2 : Технологии обогащения полезных ископаемых - 2017. - 312 с. - ISBN 978-5-98672-465-2. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111337>
3. Дезинтеграция и подготовка минерального сырья к обогащению: учебное пособие [для вузов] / О. П. Шавакулева, И. А. Гришин; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2015. - 106 с. : ил., табл., граф. - ISBN 978-5-9967-0744-7.
4. Дегодя, Е. Ю., Шавакулева, О. П. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебное пособие / МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru>
5. Думов А. М., Выбор и расчет технологического обогатительного оборудования для переработки минерального сырья : учеб. пособие / А. М. Думов, А. А. Николаев. - М.: МИСиС, 2020. - 100 с. - ISBN 978-5-907061-99-6 - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061996.html>

6. Авдохин В.М., Основы обогащения полезных ископаемых. В 2 т. Т. 1 : Учебник для вузов / Авдохин В.М. - 4-е изд., стер. - М. : Горная книга, 2018. - 420 с. (ОБО-ГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ) - ISBN 978-5-98672-473-7 - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - Режим доступа : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986724737.html>

7. Проектирование обогатительных фабрик. Часть 2. Выбор и расчёт технологического оборудования : учебник для вузов / Ю. П. Морозов ; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2014. - 265 с. : ил., табл., граф., схемы. - Библиогр.: с. 262-265. - ISBN 978-5-8019-0328-6 (ч.2).

8. Проектирование обогатительных фабрик. Часть 2. Выбор и расчёт технологического оборудования : учебник для вузов / Ю. П. Морозов ; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2014. - 265 с. : ил., табл., граф., схемы. - Библиогр.: с. 262-265. - ISBN 978-5-8019-0328-6 (ч.2).

9. Добыча, подготовка и обогащение сырья цветных металлов / А. А. Николаев ; Николаев А. А. - Москва : МИСИС, 2013. - 53 с. - Рекомендовано редакционно-издательским советом университета. - Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47431. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/47431.jpg>.

10. Е.Е. Андреев, О.Н. Тихонов Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. – С-Пб, 2007. 439 с.

11. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т.1 Процессы аппараты: Учебник. М.: МГГУ, 2004. – 471 с.

12. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т.II Технология обогащения полезных ископаемых: Учебник. М.: МГГУ, 2004. – 471 с.

13. Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд: Учеб. пособ. В 2 кн. – М.: Издательство МГГУ, 2005.

14. Шиладзе В.П. Основы обогащения полезных ископаемых. Уч. пособие для вузов. – М.: Недра, 1986.- 296 с.

15. Справочник по обогащению руд. В 3 т. /Под ред. Богданова О.С.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1983.

16. Пивняк Г.Г., Вайсберг Л.А., Кириченко В.И. и др. Измельчение. Энергетика и технология: Уч.пособие. – М.: ИД Руда и Металлы, 2007. – 295 с.

в) Методические указания:

1. Шавакулева О.П. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Дробление, измельчение и грохочение» для обучающихся по специальности 130405.65 всех форм обучения. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015– 37 с. Режим доступа: <https://newlms.magtu.ru/mod/folder/view.php?id=927695>

2. Шавакулева, О.П., Гришин, И.А. Дезинтеграция и подготовка минерального сырья к обогащению: учеб. пособие / О.П. Шавакулева, И.А. Гришин - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. с. 106. Режим доступа: <https://newlms.magtu.ru/mod/folder/view.php?id=927695>

3. Дегодя Е.Ю., Шавакулева О.П. Переработка полезных ископаемых [Электронный ресурс]: практикум / МГГУ. - Магнитогорск: МГГУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Режим доступа: <https://magtu.informsistema.ru/Marc.html?locale=ru>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3235> Шавакулева, О.П., Сединкина Н.А., Гришин И.А. Дробление, измельчение и подготовка минерального сырья к обогащению [Электронный ресурс]: учебное пособие / МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)

<https://magtu.informsistema.ru/Marc.html?locale=ru> Дегодя, Е.Ю., Шавакулева, О.П. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебное пособие / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель

Учебная аудитория для проведения практических занятий Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий.

1. Лабораторная установка щековой дробилки;
2. Лабораторная установка конусной дробилки крупного дробления;
3. Лабораторная установка валковой дробилки;
4. Лабораторная установка механического встряхивателя;
5. Лабораторная установка шаровой мельницы;
6. Лабораторная установка мельницы с вращающейся осью;
7. Лабораторная установка инерционного грохота;
8. Прибор ПСХ-4 для определения удельной поверхности;
9. Непрерывная установка, включающая шаровую мельницу и классификатор;
10. Набор сит КСИ;
11. Стандартный набор сит;
12. Модель зубчатой дробилки;
13. Модель плоскокачающегося грохота;
14. Модель щековой дробилки со сложным качанием щеки;
15. Фрагменты просеивающих поверхностей

Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Приложение 1

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Дробление, измельчение и грохочение» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа студентов построена таким образом, что в процессе работы студенты закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль за результатами освоения учебного курса. Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками студентов, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения студентами определенного, логически завершенного содержания учебного материала осуществляется в форме защиты лабораторных, контрольных работ.

Оценочные средства для проведения текущей аттестации

Тесты для самопроверки:

Вариант 1

1. Руда, поступающая с карьера, имеет максимальную крупность:

- 1) до 2000 мм;
- 2) до 100 мм;
- 3) до 1200 мм;
- 4) до 1500 мм;
- 5) до 500 мм.

2. Под классом крупности понимают:

- 1) абсолютный размер частиц;
- 2) массу зерен ограниченных верхним и нижним предельными размерами;
- 3) диаметр частиц определенной крупности;
- 4) длину, ширину, толщину частиц;
- 5) средний диаметр частиц.

3. Суммарная характеристика вогнутого вида свидетельствует о:

- 1) преобладании крупных зерен в материале;
- 2) равномерном распределении зерен различной крупности;
- 3) преобладании мелких зерен в материале;
- 4) не позволяет судить о крупности частиц в материале;
- 5) преобладании мелких и крупных зерен в материале.

4. Модулем шкалы грохочения называется:

- 1) отношение размеров двух смежных сит: большего к меньшему;
- 2) разница между ячейками сит;
- 3) последовательный ряд сит;
- 4) стандартное значение 2;
- 5) отношение размеров сит: меньшего к большему.

5. Процесс эффективного сухого грохочения прекращается при содержании влаги в материале:

- 1) 25 %;
- 2) 50%;
- 3) 5 %;
- 4) 12%;
- 5) 30 %.

6. Зерна примерно равные размеру отверстия сита называют:

- 1) не проходящими;
- 2) легкими;
- 3) промежуточными;
- 4) трудными;
- 5) затрудняющими.

7. Продукт, проходящий через отверстия сита, называется:

- 1) верхним;
- 2) прошедшим;
- 3) верхним;
- 4) подрешетным;
- 5) ситовым.

8. Формула для определения эффективности грохочения:

- 1) $E = \frac{C}{Q} \cdot 10^4$;
- 2) $E = \frac{C}{Q}$;

- 3) $E = \frac{c}{Q \cdot \alpha} \cdot 10^4$;
- 4) $E = \frac{T}{Q \cdot \theta} \cdot 10^4$;
- 5) $E = \frac{c}{Q \cdot \alpha}$;

9. В конусных дробилках используют следующие способы разрушения руды:

- 1) раскалывание и истирание;
- 2) раздавливание и истирание;
- 3) раскалывание и раздавливание;
- 4) истирание и удар;
- 5) раздавливание и удар.

10. Под завалом могут работать дробилки:

- 1) конусные;
- 2) валковые;
- 3) центробежные;
- 4) молотковые;
- 5) щековые.

11. Дробилками периодического действия являются:

- 1) валковые;
- 2) щековые;
- 3) конусные;
- 4) центробежные;
- 5) роторные.

12. Угол при вершине дробящего конуса в дробилке КМД:

- 1) около 160° ;
- 2) около 60° ;
- 3) около 100° ;
- 4) около 80° ;
- 5) около 40° .

13. Предварительное грохочение используется:

- 1) при большой крупности материала;
- 2) перед последней стадией дробления;
- 3) всегда используют;
- 4) при высоком коэффициенте загрузки сопряженной дробилки;
- 5) при большом содержании мелочи в дробленом продукте.

Вариант 2

1. Эффективность грохочения равняется 100% при:

- 1) при отсутствии мелкого класса в надрешетном материале;
- 2) при отсутствии мелкого класса в исходном материале;
- 3) при отсутствии крупного класса в исходном материале;
- 4) при отсутствии мелкого класса в подрешетном материале;
- 5) при отсутствии крупного класса в надрешетном материале.

2. Для грохочения крупнокускового материала применяется:

- 1) инерционный грохот;
- 2) колосниковый грохот;
- 3) гирационный грохот;
- 4) валковый грохот;
- 5) качающийся грохот.

3. Коэффициентом живого сечения называется:

- 1) площадь сита;
- 2) отношение площади отверстий сита в свету к общей его площади;
- 3) отношение площади сита к площади отверстий сита в свету;

- 4) площадь отверстий сита;
- 5) площадь сита в свету.

4. Дробление относится к процессу:

- 1) основному;
- 2) вспомогательному;
- 3) второстепенному;
- 4) физическому;
- 5) подготовительному.

5. После крупного дробления получают материал крупностью:

- 1) 100-0 мм;
- 2) 350-0 мм;
- 3) 300-10 мм;
- 4) 500-50 мм;
- 5) 500-100 мм.

6. К дробилкам ударного действия относятся:

- 1) валковые;
- 2) молотковые;
- 3) щековые;
- 4) мелющие;
- 5) конусные.

7. Степень дробления есть:

- 1) отношение размера разгрузочной щели к размеру максимального куска после дробления;
- 2) отношение размера загрузочного отверстия к размеру максимального куска перед дроблением;
- 3) отношение размера максимального куска перед дроблением к размеру максимального куска после дробления;
- 4) отношение размеров разгрузочных щелей дробилок двух смежных стадий;
- 5) отношение максимального куска в руде к минимальному.

8. Для дробления крупной руды в первой стадии чаще используют:

- 1) центробежные дробилки;
- 2) валковые дробилки;
- 3) вибрационные дробилки;
- 4) щековые дробилки;
- 5) роторные дробилки.

9. Эффективность грохочения выше у грохота:

- 1) барабанного;
- 2) колосникового;
- 3) инерционного;
- 4) валкового;
- 5) плоскокачающегося.

10. Наиболее благоприятным режимом работы шаровой мельницы первой стадии измельчения является:

- 1) смешанный;
- 2) каскадный;
- 3) водопадный;
- 4) центрифугирующий;
- 5) текущий.

11. Скорость, при которой шары в мельнице вращаются вместе с барабаном:

- 1) конечная;
- 2) оптимальная;
- 3) критическая;

- 4) общая;
- 5) начальная.

12. Режим работы стержневых мельниц:

- 1) центрифугирующий;
- 2) смешанный;
- 3) текущий;
- 4) водопадный;
- 5) каскадный.

13. Оптимальный коэффициент заполнения мельницы шарами:

- 1) 25 %;
- 2) 45 %;
- 3) 60 %;
- 4) 75 %;
- 5) 80 %.

Вариант 3

1. Недостатком щековой дробилки с простым качанием щеки является:

- 1) простая конструкция
- 2) не может работать под «завалом»
- 3) не требует большой высоты здания
- 4) не пригодна для дробления вязких и глинистых материалов
- 5) недостатков нет

2. Рабочим органом центробежной дробилки является:

- 1) валки;
- 2) диск;
- 3) щека;
- 4) молотки;
- 5) конус.

3. Степень дробления щековых дробилок составляет:

- 1) 5-10;
- 2) 2-10;
- 3) 2-3;
- 4) до 10;
- 5) 3-5.

4. Для измельчения материала крупностью 40-0 мм применяют:

- 1) шаровую с разгрузкой через решетку;
- 2) стержневую с центральной разгрузкой;
- 3) шаровую с центральной разгрузкой;
- 4) стержневую с разгрузкой через решетку;
- 5) мельницу самоизмельчения.

5. Для подачи материала в мельницу используют:

- 1) питатели;
- 2) конвейеры;
- 3) трубы;
- 4) направляющие желоба;
- 5) улиты.

6. Предварительное грохочение перед дроблением является:

- 1) самостоятельным;
- 2) вспомогательным;
- 3) подготовительным;
- 4) индивидуальным;
- 5) поверочным.

7. Для разделения смеси минеральных зерен по крупности на основе различия конечных скоростей падения применяют:

- 1) грохоты;
- 2) классификаторы;
- 3) сепаратор;
- 4) сита;
- 5) мельницы.

8. В дроблении материала не существует способа разрушения:

- 1) раздавливание;
- 2) излом;
- 3) натирание;
- 4) истирание;
- 5) удар.

9. На глинистой руде лучше работают дробилки:

- 1) центробежные;
- 2) валковые;
- 3) конусные;
- 4) щековые;
- 5) инерционные.

10. При попадании металла в пасть щековой дробилки происходит:

- 1) остановка дробилки;
- 2) дальнейшая работа;
- 3) порыв текстуроп;
- 4) разрушение привода;
- 5) излом распорной плиты.

11. Регулировка размера разгрузочной щели у конусной дробилки для среднего и мелкого дробления осуществляется:

- 1) заменой подвижного конуса;
- 2) перемещением подвижного конуса;
- 3) заменой электродвигателя;
- 4) перемещением неподвижного конуса;
- 5) заменой неподвижного конуса.

12. Эффективная величина циркулирующей нагрузки в первой стадии измельчения составляет:

- 1) 600 %;
- 2) 200 %;
- 3) 350 %;
- 4) 400 %;
- 5) 500 %.

13. Крупность загружаемых в мельницу шаров зависит от:

- 1) количества перерабатываемой руды;
- 2) крупности слива;
- 3) крупности подаваемой руды;
- 4) влажности руды;
- 5) массовой доли ценного компонента.

Контрольная работа №1

Основные понятия в области подготовки сырья к обогащению.

Контрольная работа №2

По представленным данным построить ситовую характеристику. По графику определить: максимальный размер материала в пробе, средний размер, преобладание частиц, частный выход классов.

Контрольная работа №3

Виды грохочений. Назначение операций грохочения.

Контрольная работа №4

Представить эскиз инерционного грохота. Написать принцип работы, регулировку оборудования и область применения.

Контрольная работа №5

Рассчитать по представленным данным степень дробления и начертить схему дробления.

Контрольная работа №6

Представить эскиз конусной дробилки КМД. Написать принцип работы, регулировку оборудования и область применения.

Контрольная работа № 7

Представить эскиз мельницы самоизмельчения. Написать принцип работы, регулировку оборудования и область применения.

Примерный перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:

1. Факторы, определяющие конечную крупность дробленной и готовой руды к обогащению;
2. Средние зерна, максимальный и минимальный размер зерен, средневзвешенная крупность;
3. Гранулометрический состав продуктов и ситовые характеристики;
4. Характеристики крупности единичных зерен материала;
5. Уравнения характеристик крупности материалов;
6. Принципы стандартизации размеров отверстий сит, шкала и модуль классификации;
7. Назначение операций грохочения, эффективность грохочения;
8. Просеивающие поверхности, «живое» сечение сит;
9. Факторы, влияющие на эффективность грохочения;
10. Классификация грохотов, область использования отдельных конструкций и их эффективность грохочения;
11. Колосниковый грохот (область применения, конструкция, регулировка);
12. Плоскокачающийся грохот (область применения, конструкция, регулировка);
13. Полувибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка);
14. Вибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка);
15. Самобалансный грохоты (область применения, конструкция, регулировка);
16. Вращающиеся грохота (область применения, конструкция, регулировка);
17. Грохот Degrik (область применения, конструкция, регулировка);
18. Крепление и натяжение сит грохотов;
19. Технологические расчеты грохотов;
20. Правила технической эксплуатации грохотов.
21. Физические основы процессов дробления и измельчения, способы дезинтеграции;
22. Гипотезы дробления;
23. Степень дробления (конструкционная, максимальная, истинная), стадийность схем дробления и измельчения;
24. Классификация стадий дробления и измельчения по крупности перерабатываемого материала;
25. Схемы процессов дробления и измельчения;
26. Дробилка ШДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
27. Дробилка ШДС (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
28. Дробилка ШДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
29. Вибрационная щековая дробилка ВЩД (область применения, конструкция, регулировка);
30. Технические характеристики щековых дробилок;

31. Дробилки ККД (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
32. Дробилки КСД и КМД (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
33. Конусная инерционная дробилка КИД (область применения, конструкция, регулировка);
34. Технические характеристики конусных дробилок;
35. Валковая дробилка (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
36. Валковая дробилка высокого давления (область применения, конструкция, регулировка);
37. Роторные и молотковые дробилки (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
38. Центробежная дробилка (область применения, конструкция, регулировка);
39. Правила технической эксплуатации дробилок.
40. Классификация барабанных мельниц по: способу разгрузки, длине барабана, измельчающей среде;
41. Стержневые мельницы (область применения, конструкция, регулировка);
42. Шаровые мельницы с центральной разгрузкой (область применения, конструкция, регулировка);
43. Шаровые мельницы с разгрузкой через решетку (область применения, конструкция, регулировка);
44. Мельницы «Каскад» и «Аэрофлот» (область применения, конструкция, отличие, регулировка);
45. Мельница Vertimill (область применения, конструкция, отличие, регулировка);
46. Центробежная мельница (область применения, конструкция, отличие, регулировка);
47. Удельная производительность и расчет производительности мельниц;
48. Эффективность измельчения и расчет производительности мельниц.
49. Циркулирующая нагрузка и способы ее определения;
50. Технологические параметры регулирования мельниц (процент твердого в питании, плотность слива, разжиженность, вязкость пульпы);
51. Уравнение кинетики измельчения;
52. Степень загрузки мельниц, рациональная загрузка;
53. Скоростные режимы работы шаровых мельниц;
54. Критическая скорость вращения мельницы;
55. Компонентные решения при работе мельниц в замкнутом цикле с классификатором и гидроциклонами;
56. Правила технической эксплуатации мельниц.

Целью лабораторных работ по данной дисциплине является практическое ознакомление студентов с различными процессами и методами рудоподготовки полезных ископаемых, а также получение навыков по выполнению различных опытов. В частности, студент должен уметь правильно обосновать применение процесса или метода дробления, грохочения, измельчения для заданного типа руды, рассчитать основные показатели рудоподготовки и представить индивидуальный отчет. Все полученные экспериментальные данные необходимо проанализировать, проверить выполнена ли основная цель работы, сформулировать выводы. Если получены плохие результаты, указать возможные причины и пути повышения показателей.

При выполнении работ строго соблюдать правила техники безопасности и инструкции по работе с аппаратурой.

Перечень лабораторных работ:

1. Определение крупности материала.
2. Ситовый анализ.
3. Определение удельной поверхности порошковых материалов.
4. Определение вероятности просеивания зерен при грохочении.
5. Определение эффективности грохочения грохота.
6. Изучение конструкции гирационного грохота и определение технологических показателей процесса грохочения для материала различной крупности.
7. Изучение конструкции щековой дробилки и определение основных технологических параметров дробления для различных типов руд.
8. Изучение конструкции конусной дробилки и определение основных технологических параметров.
9. Изучение конструкции валковой дробилки и определение основных технологических параметров.
10. Определение дробимости материала.
11. Изучение стадийности и расчет схемы дробления.
12. Изучение технологических параметров работы мельницы.
13. Изучение видов измельчающих сред на процесс измельчения.
14. Изучение режимов работы шаровой мельницы.
15. Исследование измельчаемости руд и продуктов обогащения.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-3 Способен осуществлять техническое руководство работами по обогащению полезных ископаемых и подготовке сырья к обогащению, выбирать технологию обогащения и рассчитывать необходимые технологические параметры		
ПК-3.1	Определяет организационные и технические меры по выполнению производственных заданий в отделениях вспомогательных, подготовительных и основных операций по переработке сырья	Перечень теоретических вопросов к экзамену: 1. Факторы, определяющие конечную крупность дробленной и готовой руды к обогащению; 2. Средние зерна, максимальный и минимальный размер зерен, средневзвешенная крупность; 3. Гранулометрический состав продуктов и ситовые характеристики; 4. Классификация грохотов, область использования отдельных конструкций и их эффективность грохочения; 5. Физические основы процессов дробления и измельчения, способы дезинтеграции; 6. Классификация стадий дробления и измельчения по крупности перерабатываемого материала; 7. Классификация барабанных мельниц по: способу разгрузки, длине барабана, измельчающей среде. Примерные практические задания для экзамена: Составить схему рудоподготовки. Решить задачу: Определить тип и рассчитать необходимое количество грохотов, дробилок и мельниц для обогатительной фабрики с производительностью 5 млн т в год, с крупностью исходного материала 400 мм, конечного дробленного 12 мм и конечного измельченного 0,012 мм
ПК-3.2	Контролирует ведение процесса переработки сырья, организует безопасную работу персонала обогатительных фабрик и дробильно-сортировочных установок	Перечень теоретических вопросов к экзамену: 1. Назначение операций грохочения, эффективность грохочения; 2. Классификация грохотов, область использования отдельных конструкций и их эффективность грохочения; 3. Физические основы процессов дробления и измельчения, способы дезинтеграции; 4. Гипотезы дробления; 5. Классификация стадий дробления и измельчения по крупности перерабатываемого материала; 6. Классификация барабанных мельниц по: способу разгрузки, длине барабана, измельчающей среде;

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		7. Эффективность измельчения и расчет производительности мельниц. 8. Технологические параметры регулирования мельниц (процент твердого в питании, плотность слива, разжиженность, вязкость пульпы). 9. Правила технической эксплуатации грохотов. 10. Правила технической эксплуатации дробилок. 11. Технологические параметры регулирования мельниц (процент твердого в питании, плотность слива, разжиженность, вязкость пульпы); 12. Правила технической эксплуатации мельниц. 13. Технологические расчеты грохотов; 14. Схемы процессов дробления и измельчения; 15. Удельная производительность и расчет производительности мельниц; 16. Эффективность измельчения и расчет производительности мельниц. 17. Компонентные решения при работе мельниц в замкнутом цикле с классификатором и гидроциклонами. Примерные практические задания для экзамена: Составить схему рудоподготовки. Решить задачу: Определить технологические показатели схемы рудоподготовки: - выход продуктов, - масса продуктов, - крупность продуктов. Результаты расчета технологических показателей оформить в виде стандартной схемы.
ПК-3.3	Оптимизирует режимы работы оборудования, используя теоретические основы методов обогащения полезных ископаемых	Перечень теоретических вопросов к экзамену: 1. Грохот Derrik (область применения, конструкция, регулировка); 2. Вибрационная щековая дробилка ВЩД (область применения, конструкция, регулировка); 3. Конусная инерционная дробилка КИД (область применения, конструкция, регулировка); 4. Валковая дробилка высокого давления (область применения, конструкция, регулировка); 5. Центробежная дробилка (область применения, конструкция, регулировка); 6. Мельница Vertimill (область применения, конструкция, отличие, регулировка); 7. Центробежная мельница (область применения, конструкция, отличие, регулировка).

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		8. Колосниковый грохот (область применения, конструкция, регулировка); 9. Плоскокачающийся грохот (область применения, конструкция, регулировка); 10. Полувибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка); 11. Вибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка); 12. Самобалансный грохоты (область применения, конструкция, регулировка); 13. Вращающиеся грохота (область применения, конструкция, регулировка); 14. Дробилка ШДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 15. Дробилка ШДС (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 16. Дробилка ШДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 17. Дробилки ККД (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 18. Дробилки КСД и КМД (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 19. Валковая дробилка (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 20. Роторные и молотковые дробилки (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 21. Современные типы дробилок; 22. Стержневые мельницы (область применения, конструкция, регулировка); 23. Шаровые мельницы с центральной разгрузкой (область применения, конструкция, регулировка); 24. Шаровые мельницы с разгрузкой через решетку (область применения, конструкция, регулировка); 25. Мельницы «Каскад» и «Аэрофлот» (область применения, конструкция, отличие, регулировка). Колосниковый грохот (область применения, конструкция, регулировка); 26. Плоскокачающийся грохот (область применения, конструкция, регулировка); 27. Полувибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка); 28. Вибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка);

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		29. Самобалансный грохоты (область применения, конструкция, регулировка); 30. Вращающиеся грохота (область применения, конструкция, регулировка); 31. Дробилка ЩДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 32. Дробилка ЩДС (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 33. Дробилка ЩДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 34. Дробилки ККД (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 35. Дробилки КСД и КМД (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 36. Валковая дробилка (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 37. Роторные и молотковые дробилки (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием); 38. Стержневые мельницы (область применения, конструкция, регулировка); 39. Шаровые мельницы с центральной разгрузкой (область применения, конструкция, регулировка); 40. Шаровые мельницы с разгрузкой через решетку (область применения, конструкция, регулировка); 41. Мельницы «Каскад» и «Аэрофлот» (область применения, конструкция, отличие, регулировка). 42. Безредукторная мельница Примерные практические задания для экзамена: Составить схему рудоподготовки. Решить задачу: Рассчитать и построить ситовые характеристики исходного и дробленного продуктов.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Дробление, измельчение и грохочение» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа экзаменатор может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам обогащения полезных ископаемых.

Показатели и критерии оценивания зачета:

Практические работы, ответы на вопросы к зачету оцениваются по системе оценки «зачтено»/ «не зачтено».

Для получения зачета по дисциплине обучающийся обязан подготовиться и сдать все лабораторные работы и ответить на контрольные вопросы.

на оценку **зачтено** - обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет лабораторные задания, свободно оперирует знаниями, умениями.

– на оценку **«не зачтено»** обучающийся имеет не выполненные лабораторные работы, демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент представляет полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных

заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, т.е. у студента, обнаруживаются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, достигнуты принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.