

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Т.Н. Александрова

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ К
ОБОГАЩЕНИЮ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.04 Горное дело
Направленность (профиль):	Обогащение полезных ископаемых
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Львов В.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12 августа 2020 года;

- на основании учебного плана специалитета по специальности 21.05.04 «Горное дело» направленность (профиль) «Обогащение полезных ископаемых».

Составитель: _____ к.т.н., доц. В.В. Львов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых от 31.01.2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор Т.Н. Александрова
обогащения полезных
ископаемых

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения _____ к.т.н. Иванова П.В.
образовательного процесса

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель изучения дисциплины – приобретение студентами глубоких знаний в области процессов подготовки сырья к обогащению полезных ископаемых. Обеспечение подготовки студентов к изучению в последующих семестрах ряда специальных дисциплин. Приобретение навыков применения полученных знаний в инженерной практике.

Основные задачи дисциплины:

- знать физические свойства полезных ископаемых, их структурно-механические особенности; теоретические основы процессов подготовки сырья к обогащению, аппараты для дробления, грохочения, измельчения и классификации, особенности их эксплуатации; общие принципы проектирования рудоподготовительных переделов обогатительных фабрик;

- уметь производить сравнительную оценку эффективности применения различных методов рудоподготовки применительно к данному полезному ископаемому; обрабатывать результаты экспериментов; разрабатывать комплексные технологические процессы и схемы рудоподготовки полезных ископаемых, обеспечивающие безотходные и экологически чистые технологии; проводить измерения параметров технологического процесса и оборудования; выбирать и рассчитывать необходимое количество оборудования для реализации технологической схемы рудоподготовки; рассчитывать основные параметры оборудования для дробления, грохочения, измельчения и классификации; выбирать и определять оптимальные режимы ведения технологического процесса в зависимости от вещественного состава и гранулометрической характеристики полезного ископаемого; анализировать устойчивость технологического процесса подготовки сырья к обогащению;

- владеть горной и обогатительной терминологией, навыками использования базы данных для накопления и переработки производственной и научно-технической информации в области подготовки руд к обогащению; навыками анализа технико-экономических показателей работы обогатительной фабрики и разработки мероприятий для улучшения этих показателей; навыками проектирования цехов дробления и измельчения.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.04 «Горное дело» направленность (профиль) «Обогащение полезных ископаемых» и изучается в 5 и 6 семестрах.

Дисциплина «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теория разделения минералов», «Комплексная переработка полезных ископаемых», «Технология отходов», «Гравитационные методы обогащения», «Проектирование обогатительных фабрик», «Исследование руд на обогатимость», «Магнитные, электрические и специальные методы обогащения», «Моделирование процессов обогащения» и др.

Особенностью преподавания дисциплины «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению» является - получение представления о современном состоянии циклов рудоподготовки и путях их развития на ближайшую перспективу; об основных научно-технических проблемах и тенденциях интенсификации процессов рудоподготовки и перспективных направлениях в разработке новых машин ; о месте процессов дробления, грохочения, измельчения и классификации в общей структуре обогатительного передела и взаимосвязи с другими методами и процессами обогащения.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при проектировании, строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности	ПКС-3	ПКС-3.1 Знать взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при проектировании, строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности
		ПКС-3.2 Уметь анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при проектировании, строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности
		ПКС-3.3 Владеть практическими навыками анализа и оптимизации структуры, взаимосвязи, функционального назначения комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности
Способен разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования	ПКС-5	ПКС-5.1 Знать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья
		ПКС-5.2 Уметь разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогатительных фабрик
		ПКС-5.3 Владеть способностью разрабатывать и реализовывать проекты производства при

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
обогачительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогачительных фабрик		переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогачительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогачительных фабрик

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению» составляет 9 зачетных единиц и 324 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		5	6
Аудиторные занятия, в том числе:	213	85	128
Лекции	99	51	48
Практические занятия (ПЗ)	49	17	32
Лабораторные работы (ЛР)	65	17	48
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	75	23	52
Выполнение курсового проекта	36	–	36
Подготовка к лабораторным работам	16	8	8
Подготовка к практическим занятиям	17	9	8
Подготовка к дифф. зачету	6	6	–
Промежуточная аттестация (зачет - З, экзамен – Э, курсовой проект - КП)	З, Э (36), КП	3	Э (36), КП
Общая трудоемкость дисциплины			
	ак. час.	324	108
	зач. ед.	9	3
			216
			6

4.2. Содержание разделов дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Грохочение	60	20	4	4	4
2.	Дробление	84	31	7	17	13
3.	Классификация	30	8	6	-	6
4.	Измельчение	114	40	32	44	52
ИТОГО:		288	99	49	65	75

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Грохочение	<p>Основы процесса грохочения. Рабочая поверхность грохота: колосниковые решетки, листовые решета со штампованными отверстиями, решетки из резины, проволочные сетки, шпальтовые, струнные сита, живое сечение рабочей поверхности. Гранулометрический состав материала. общее понятие о седиментационном и микроскопическом анализах. Размер отдельных зерен. Ситовый анализ. Стандартные шкалы сит. Характеристики крупности. Уравнения характеристик крупности. Определение поверхности зерен минерала по известному уравнению характеристики крупности. Средний диаметр зерен сыпучего материала. Вероятность прохождения зерна сквозь отверстие. Трудные и затрудняющие зерна. Эффективность грохочения - общая и по отдельным классам крупности. Влияние гранулометрического состава материала на грохочение, скорости движения материала по грохоту, угла наклона и других условий. Зависимость эффективности грохочения отдельных классов от общей эффективности, гранулометрического состава исходного материала и относительной крупности классов. Общая классификация грохотов. Неподвижные колосниковые грохоты. грохоты частично подвижные (с движением</p>	20

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>отдельных частей просеивающей поверхности). Валковые грохоты. Барабанные вращающиеся грохоты. По каждому типу грохотов: схема устройства, принцип действия, размеры, область применения, производительность, показатели работы. Кинематические классы грохотов. Плоские грохоты с симметричными продольными колебаниями; принцип действия, режимы работы в зависимости от скорости вращения вала и эксцентриситета. Условия движения материала по решетке. Схема эксцентрикового (полувибрационного) грохота условия уравнивания, область применения, показатели работы. Вибрационные (инерционные) грохоты с круговыми вибрациями, самоцентрирующиеся грохоты. Вибрационные грохоты с прямолинейными вибрациями - грохот с самобалансным вибратором, самосинхронизирующиеся, самобалансные грохоты. Резонансные грохоты, электровибрационные. Гидравлические грохоты. По каждому типу грохотов - схема устройства, принцип действия, динамика, область применения, показатели работы. Условия, влияющие на производительность и эффективность работы вибрационных грохотов. Расчёт и выбор грохотов. Способы крепления и очистка сит. Вероятностные и идеальные грохоты. Smart-грохоты и аппараты с повышенной эффективностью и износостойчивостью. Грохоты типа «Банан»; фирмы-производители Metso Minerals, Deric, Kroosh и др.</p>	
2.	Дробление	<p>Физические основы дробления и измельчения. Сущность процессов дробления и измельчения. Современные представления о процессе разрушения хрупких тел. Прочность и твердость горных пород. Теория дробления; законы Риттингера, Кирпичева-Кика, Ребиндера, Бонда, Хукки и их взаимная связь. Способы дробления и измельчения. Дробление крупное, среднее и мелкое. Степень дробления и измельчения. Дробилки. Классификация дробильно-</p>	31

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>измельчительного оборудования. Щековые дробилки с простым и сложным качанием щеки. Конусные дробилки для крупного дробления с подвешенным валом и с гидравлическим регулированием положения дробящего конуса. По всем дробилкам для крупного дробления: схемы устройства и принцип действия, условия, определяющие их работу, формулы для определения угла захвата, числа оборотов, мощности и производительности, предельные степени дробления, типовые характеристики продуктов дробления; расход энергии и стали на 1 тонну руды, способы регулирования, требования по обслуживанию машин и технике безопасности. Выбор типоразмера дробилок крупного дробления для работы в заданных условиях. Конусные дробилки среднего и мелкого дробления. Дробилки с гидравлической амортизацией и регулированием разгрузочной щели. Безэксцентриковые инерционные дробилки. По всем типам дробилок для среднего и мелкого дробления: схема устройства и принцип действия, область применения, производительность, число оборотов, степень дробления, типовые характеристики дробленой руды, расход энергии и стали, способы регулирования. Дробильные валки, устройство, скорость движения, область применения. Зависимость диаметра валков от размера дробимых кусков. Теоретическая производительность. Работа дробилок среднего и мелкого дробления в замкнутом цикле с грохотом. Определение циркулирующей нагрузки. Машины для среднего и мелкого дробления мягких и хрупких пород. Зубчатые и валковые дробилки для угля. Пресс-валковые дробилки. Принцип действия, применение, особенности работы, преимущества и недостатки. Основы расчёта. Молотковые и роторные дробилки и дезинтеграторы. Схема устройства и принцип действия, степень дробления, производительность, расход энергии и стали, способы управления. Выбор типа и</p>	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		размеров дробилок для среднего и мелкого дробления для работы в заданных условиях. Способы автоматического регулирования дробильных агрегатов. Центробежно-ударные дробилки с вертикальным валом; дробилки Бармак и Титан-Д.	
3.	Классификация	Общие сведения. Классификация в гидроциклонах. Эксплуатация гидроциклонов на обогатительных фабриках. Расчет и выбор гидроциклонов по номограммам. Расчет и выбор гидроциклонов по объемной производительности. Классификация в спиральных классификаторах. Принцип действия, основные элементы конструкции, порядок пуска/остановки, условия безопасной работы и правила эффективной эксплуатации.	8
4.	Измельчение	Измельчительное оборудование. Типы мельниц и классификаторов. Принцип действия. Мельницы с центральной и периферической разгрузкой, мельницы с разгрузкой через решетку. Стержневые мельницы. Мельницы самоизмельчения “Каскад” и сухого самоизмельчения “Аэрофол”, рудногалечные мельницы. Аэродинамические мельницы. Питатели, футеровки и привод мельниц. Схема устройства и принцип действия центробежных и вибрационных мельниц. Механика измельчающей среды барабанных мельниц. Скоростные режимы - каскадный, водопадный, сверхкритический. угол отрыва шаров. Критическая скорость вращения мельниц. Уравнения круговой и параболической траектории движения шаров в мельнице. Координаты характерных точек параболической траектории. Оборачиваемость шаров в мельнице. Эксплуатация барабанных мельниц. Степень заполнения объема мельниц дробящей средой. Насыпной вес шаров, стержней, дробящей гальки в мельнице. Нагрузка дробящей среды. Мощность, потребляемая мельницей при каскадном и водопадном режимах работы. Опытные закономерности износа шаров в мельнице. Уравнения гранулометрических	40

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>характеристик шаров в мельнице при регулярном питании шарами одного размера. Рационализованная загрузка шаров. Расход шаров и стержней на 1 кВт-ч энергии. Открытый и замкнутый циклы измельчения. Стадиальное измельчение. Процесс образования циркулирующей нагрузки. Основное уравнение для плотности пульпы. Определение циркулирующей нагрузки по опробованию цикла измельчения. Экономические преимущества самоизмельчения. Схемы измельчения. Производительность мельниц по руде, расчетному классу. Факторы, определяющие производительность мельниц: размеры, частота вращения, измельчающая среда, циркулирующая нагрузка, уровень пульпы. Определение производительности мельниц. Шаровое хозяйство. Ремонт мельниц. Организация труда. Техничко-экономические показатели измельчения. Выбор типа и размера мельниц для работы в заданных условиях. Кинетика измельчения. Уравнения кинетики измельчения. Измельчаемость полезных ископаемых; методы её определения. Мельницы-мешалки. Вертикальные, башенные мельницы. Струйные мельницы. Мельницы ISA-mill. Устройство, область применения. Принцип действия, особенности конструкции и эксплуатации. Методики определения физико – механических свойств для рудного сырья.</p>	
		Всего	99

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	1	Основные технологические показатели обогащения полезных ископаемых	2
2.	1	Гранулометрический состав материала	2
3.	1	Грохочение	2
4.	3	Гидроциклоны	3
5.	2	Технологические схемы	4
6.	2	Дробильное оборудование	4
7.	4	Типичные схемы измельчения	4
8.	4	Определение производительности мельниц	8
9.	4	Выбор и расчет мельниц полусамоизмельчения	8
10.	2, 4	Выбор и расчет дробилок ККД, КСД и КМД, стержневых, шаровых мельниц и размера мелющих тел по методике Ф. Бонда	12
Итого:			49

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Ситовый анализ руды	2
2	1	Определение основных технологических параметров щековой лабораторной дробилки	5
3	2	Определение основных технологических параметров валковой лабораторной дробилки	5
4	4	Определение основных технологических параметров молотковой лабораторной дробилки	5
5	4	Определение эффективности грохочения вибрационного грохота	4
6	2	Изучение кинетики измельчения	16
7	4	Изучение влияния основных технологических параметров на работу шаровой мельницы	16
8	4	Определение физико - механических свойств руд при точечном нагружении	8
9	4	Определение угла естественного откоса сыпучих материалов	4
Итого:			65

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Тематика курсовых проектов
1	Проект отделения рудоподготовки для апатитовой руды на примере Хибинского месторождения
2	Проект отделения рудоподготовки для железной руды на примере

№ п/п	Тематика курсовых проектов
	Михайловского месторождения
3	Проект отделения рудоподготовки для полиметаллической руды на примере Талнахского месторождения
...	...

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

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

Цели лекционных занятий:

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

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

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных работ:

Ознакомить студентов с процессами и аппаратами, применяемыми для грохочения, дробления, классификации и измельчения полезных ископаемых.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

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

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовое проектирование формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

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

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Грохочение

1. Что называется, модулем шкалы грохочения?
2. Каков физический смысл констант в уравнении Годэна-Андреева?
3. Что называется, эффективностью грохочения?
4. Какие грохоты используют для крупного грохочения?
5. Отчего зависит производительность грохота?

Раздел 2. Дробление

1. Какова максимальная степень сокращения современных щековых и конусных

дробилок?

2. Область применения щековых дробилок?
3. Что такое типовая характеристика крупности разгрузки дробилок?
4. Перечислите все дробилки ударного действия.
5. От чего зависит производительность валковых дробилок?

Раздел 3. Классификация

1. Как обычно регулируют работу гидроциклона на фабрике?
2. В чем отличие гидравлической классификации от грохочения?
3. Благодаря чему происходит разделение частиц при гидравлической классификации?
4. В чем преимущества и недостатки гидроциклонов по сравнению со спиральными классификаторами?
5. Опишите принцип действия механического спирального классификатора.
6. Укажите основные классифицирующие аппараты.

Раздел 4. Измельчение

1. Какая из барабанных шаровых мельниц имеет при прочих равных условиях большую производительность?
2. Чему равняется критическая частота вращения барабанной мельницы?
3. Как устроена мельница МШР?
4. Как борются с «критическими» классами крупности при самоизмельчении?
5. Как влияет масса мелющих тел на производительность мельниц?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачету (по дисциплине):

1. Каков модуль шкалы грохочения Тайлера?
2. Что называется, живым сечением сита?
3. Каков нижний предел крупности при ситовом анализе?
4. Что характеризует форма суммарной характеристики крупности?
5. Что такое «лёгкие, трудные и затрудняющие» зёрна?
6. Параметры, оказывающие влияние на эффективность грохочения.
7. Какие грохоты имеют большую эффективность грохочения?
8. Для чего используют дуговые сита?
9. В каких единицах измеряется удельная производительность инерционных грохотов?
10. В чём основное назначение операций рудоподготовки при обогащении руд?
11. Как наиболее точно вычислить степень сокращения?
12. При каком виде деформации требуются наибольшие энергозатраты?
13. Какова формула закона дробления Кирпичёва-Кика?
14. Напишите формулу дробления для закона Риттингера.
15. В каких случаях наиболее справедлив закон Бонда?
16. Какие виды деформаций преобладают при шаровом измельчении?
17. Каков предельный угол захвата щековых дробилок?
18. От чего зависит наивыгоднейшая частота вращения эксцентрикового вала щековых дробилок?
19. Каков оптимальный режим работ щековых дробилок?
20. Как регулируется крупность материала разгрузки щековых дробилок?
21. Как происходит защита щековых дробилок от поломок при попадании недробимых предметов?
22. Как регулируется разгрузочная щель в дробилках ККД?
23. От чего зависит производительность конусных дробилок ККД?
24. Каков коэффициент закругления для дробилок ККД при дроблении руд средней твёрдости?

25. От чего зависит производительность конусных дробилок КСД?
26. Как регулируется крупность дроблёного продукта в дробилках КМД?
27. Как происходит защита дробилок КМД от поломок при попадании недробимых предметов?
28. Каков коэффициент закругления для дробилок КМД при дроблении руд средней твёрдости?
29. Во сколько раз диаметр вала должен быть больше максимального куска в питании валковой дробилки с гладкими валками?
30. От чего зависит производительность валковых дробилок?
31. Какова область применения дробилок ударного действия?
32. Какая из дробилок ударного действия имеет наибольшую степень сокращения?
33. От чего зависит мощность молотковых и роторных дробилок?
34. Каков приблизительно расход футеровки при дроблении в дробилках КСД и КМД?
35. Может ли при грохочении происходить обогащение материала?
36. Какие типы просеивающих поверхностей применяются при грохочении?
37. Какова масса пробы для ситового анализа при максимальной крупности 0,5 мм?
38. Что обозначает понятие «число меш»?
39. Где применяются барабанные грохоты?
40. В чём особенность вероятностных грохотов?
41. В чём преимущества и недостатки способа грохочения от крупного к мелкому по сравнению с другими способами?

6.3.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Что называется, модулем шкалы грохочения?
2. Каков модуль шкалы грохочения Тайлера?
3. Что называется, живым сечением сита?
4. Каков нижний предел крупности при ситовом анализе?
5. Что характеризует форма суммарной характеристики крупности?
6. Каков физический смысл констант в уравнении Годэна-Андреева?
7. Что называется, эффективностью грохочения?
8. Что такое «лёгкие, трудные и затрудняющие» зёрна?
9. Параметры, оказывающие влияние на эффективность грохочения.
10. Какие грохоты используют для крупного грохочения?
11. Какие грохоты имеют большую эффективность грохочения?
12. От чего зависит производительность грохота?
13. Для чего используют дуговые сита?
14. В каких единицах измеряется удельная производительность инерционных грохотов?
15. В чём основное назначение операций рудоподготовки при обогащении руд?
16. Как наиболее точно вычислить степень сокращения?
17. Какова максимальная степень сокращения современных щековых и конусных дробилок?
18. При каком виде деформации требуются наибольшие энергозатраты?
19. Какова формула закона дробления Кирпичёва-Кика?
20. Напишите формулу дробления для закона Риттингера.
21. В каких случаях наиболее справедлив закон Бонда?
22. Какие виды деформаций преобладают при шаровом измельчении?
23. Область применения щековых дробилок.
24. Каков предельный угол захвата щековых дробилок?
25. От чего зависит наивыгоднейшая частота вращения эксцентрикового вала щековых дробилок?
26. Каков оптимальный режим работ щековых дробилок?

27. Что такое типовая характеристика крупности разгрузки дробилок?
28. Как регулируется крупность материала разгрузки щековых дробилок?
29. Как происходит защита щековых дробилок от поломок при попадании недробимых предметов?
30. Какова эффективность грохочения, если выход надрешётного продукта 60 % и содержание в нём нижнего класса 10 %?
31. Как регулируется разгрузочная щель в дробилках ККД?
32. От чего зависит производительность конусных дробилок ККД?
33. Каков коэффициент закругления для дробилок ККД при дроблении руд средней твёрдости?
34. От чего зависит производительность конусных дробилок КСД?
35. Как регулируется крупность дроблёного продукта в дробилках КМД?
36. Как происходит защита дробилок КМД от поломок при попадании недробимых предметов?
37. Каков коэффициент закругления для дробилок КМД при дроблении руд средней твёрдости?
38. Какая из известных дробилок не переизмельчает материал?
39. Во сколько раз диаметр валка должен быть больше максимального куска в питании валковой дробилки с гладкими валками?
40. Перечислите все дробилки ударного действия.
41. От чего зависит производительность валковых дробилок?
42. Какова область применения дробилок ударного действия?
43. Какая из дробилок ударного действия имеет наибольшую степень сокращения?
44. От чего зависит мощность молотковых и роторных дробилок?
45. Какая из барабанных шаровых мельниц имеет при прочих равных условиях большую производительность?
46. Какой скоростной режим работы барабанной мельницы даёт более тонкий помол?
47. Чему равняется критическая частота вращения барабанной мельницы?
48. При какой футеровке барабанной мельницы получается более тонкий помол?
49. Какая футеровка (материал) имеет более высокий срок службы?
50. Какие питатели применяются для подачи материала в шаровые барабанные мельницы?
51. Как устроена мельница МШР?
52. Начало центрифугирования шаров соответствует углу отрыва шаров, равному ...
53. Какова обычно частота вращения барабана в долях от критической?
54. Оптимальная степень заполнения мельниц мелющими телами равняется ...
55. Масса шаровой нагрузки равняется ...
56. Полезная мощность шаровой мельницы при каскадном режиме работы равняется ...
57. На обогатительных фабриках в основном применяются следующие барабанные мельницы ...
58. Мощность, потребляемая шаровой барабанной мельницей из сети равняется ...
59. Наиболее оптимальной формой мелющих тел является ...
60. изнашивание шаров по гипотезе Дэвиса соответствует формуле ...
61. Как осуществляется подгрузка шаров с целью компенсации износа при регулярном способе?
62. Как осуществляется подгрузка шаров с целью компенсации износа при рациональном способе?
63. Напишите уравнение кинетики измельчения В.В. Товарова.
64. В каких единицах измеряется удельная производительность мельниц?
65. От каких факторов зависит удельная производительность мельниц по готовому классу крупности?

66. Назовите преимущества мокрого измельчения по сравнению с сухим.
67. Как получить тонкий помол при одностадиальном измельчении?
68. Как борются с «критическими» классами крупности при самоизмельчении?
69. Какова роль циркулирующей нагрузки на производительность мельницы?
70. В каких случаях может эффективно работать в первой стадии барабанная мельница в открытом цикле?
71. В каких единицах измеряется плотность пульпы?
72. Как рассчитать величину разжижения в продукте?
73. Как определить содержание твёрдого в пульпе?
74. Как измеряется циркулирующая нагрузка в агрегате замкнутого цикла?
75. Как влияет масса мелющих тел на производительность мельниц?
76. Каков характер зависимости производительности мельниц от частоты вращения барабана?
77. Каков приблизительно расход футеровки при дроблении в дробилках КСД и КМД?
78. Может ли при грохочении происходить обогащение материала?
79. Какие типы просеивающих поверхностей применяются при грохочении?
80. Какова масса пробы для ситового анализа при максимальной крупности 0,5 мм?
81. Что такое индекс чистой работы по Бонду?
82. От чего зависит установочная мощность щековых дробилок?
83. В чем преимущества и недостатки гидроциклонов по сравнению со спиральными классификаторами?
84. Область применения механического спирального классификатора.
85. Опишите принцип действия гидроциклона.
86. Как обычно регулируют работу гидроциклона на фабрике?
87. От чего зависит крупность слива гидроциклона?
88. Как гидроциклоны защищают от быстрого износа?
89. Как определить эффективность грохочения на работающем промышленном грохоте?
90. Чему равняется эффективность грохочения при содержании нижнего класса в надрешётном продукте 10 % и выходе подрешётного продукта 40 %?
91. При расчёте было выбрано две дробилки производительностью 550 м³/ч каждая. Каков будет коэффициент загрузки при общей производительности 800 м³/ч?
92. Каково оптимальное соотношение объёмов мельниц в первой и второй стадиях при двухстадиальном измельчении?
93. Что обозначает понятие «число меш»?
94. Где применяются барабанные грохоты?
95. В чём особенность вероятностных грохотов?
96. В чём преимущества и недостатки способа грохочения от крупного к мелкому по сравнению с другими способами?
97. В чём главное отличие планетарной мельницы от других?
98. Какие мелющие тела (материал) используются в барабанных мельницах?
99. Назовите типы и принцип работы мельницы для тонкого и сверхтонкого измельчения.
100. В каких стадиях измельчения возможно использовать мельницы тонкого и сверхтонкого измельчения.
101. Назовите наиболее широко используемые тесты для расчета и выбора щековых и конусных дробилок.
102. Назовите наиболее широко используемые тесты для расчета и выбора шаровых и стержневых мельниц.
103. Назовите наиболее широко используемые тесты для расчета и выбора мельниц само/полусамоизмельчения.
104. Назовите наиболее широко используемые тесты для расчета абразивного износа

основных органов рудоподготовительного оборудования.

105. Приведите примеры использования операций тонкого и сверхтонкого грохочения в циклах рудоподготовки на обогатительных фабриках?

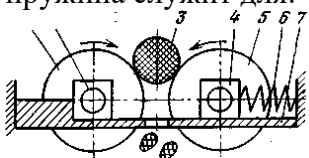
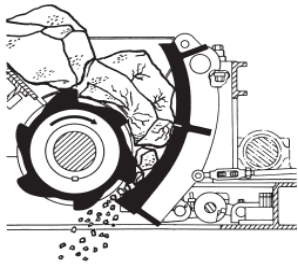
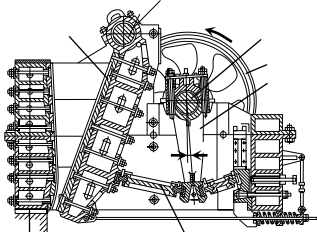
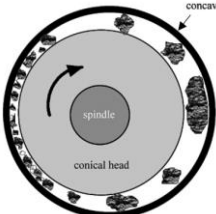
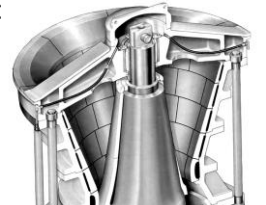
106. Назовите основные типы грохотов для тонкого и сверхтонкого грохочения.

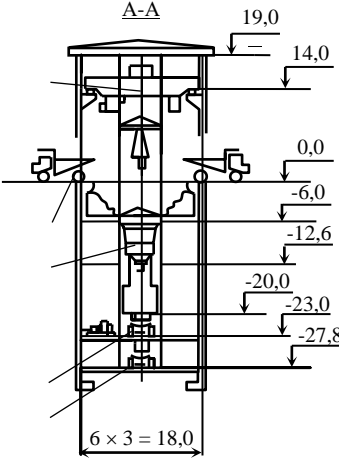
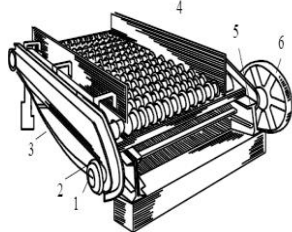
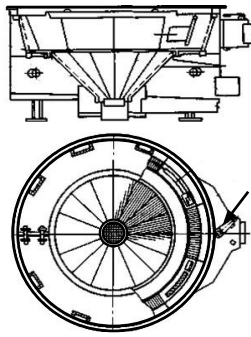
107. В каких единицах измеряются индексы чистой работы Бонда?

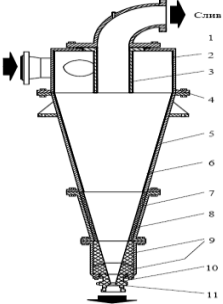
108. Назовите принцип работы и примеры использования ИВВД.

6.3.2. Примеры тестовых заданий к экзамену:

Вариант 1

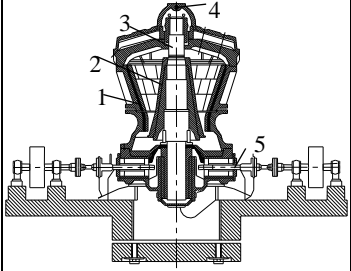
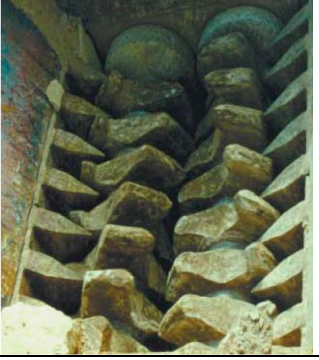
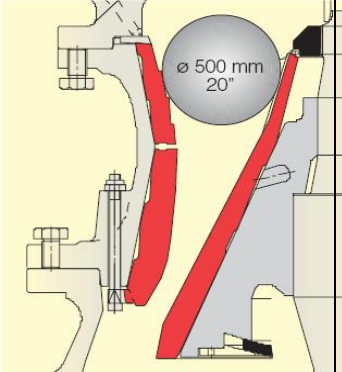
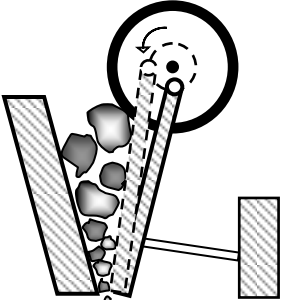
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	<p>В этом аппарате пружина служит для:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изменения размера разгрузочной щели; 2. Удаления негабаритных кусков; 3. Предотвращения поломок от недробимых предметов; 4. Создания вибраций.
2.	<p>Это :</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неревверсивная молотковая дробилка. 2. Одновалковая дробилка. 3. Центробежно-ударная дробилка. 4. Дезинтегратор.
3.	<p>Это:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Щековая дробилка со сложным качание щеки. 2. Виброщековая дробилка. 3. Ударно-вращательная щековая дробилка. 4. Щековая дробилка с простым качанием щеки.
4.	<p>Это принцип действия...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ... дезинтегратора. 2. ... пресс-валковой дробилки. 3. ... конусной дробилки. 4. ... стержневой мельницы.
5.	<p>Это:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дробилка ККД. 2. Дробилка КСД. 3. Дробилка КМД. 4. Дробилка КИД.

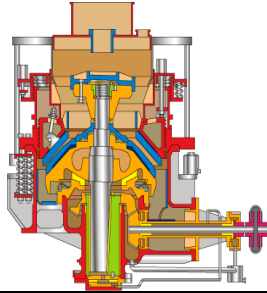
№	Вопросы	Варианты ответов
6.	<p>Здесь показана установка...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ... установка дробилки ЩДП. 2. ... установка дробилки ККД. 3. ... установка дробилки ЩДС. 4. ... установка дробилки КМД.
7.	<p>В названии дробилки ККД 1500/180 цифра 1500 означает...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Диаметр подвижного конуса в самой широкой части. 2. Диаметр неподвижного конуса в самой широкой части. 3. Размер приемного отверстия. 4. Размер разгрузочного отверстия.
8.	<p>Это ...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Самоцентрирующийся грохот. 2. Валковый грохот. 3. Центроударный грохот. 4. Инерционный грохот.
9.	<p>Этот аппарат обычно используют для</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разделения материалов по плотности; 2. Разделения материалов по форме; 3. Грохочения крупных материалов; 4. Обезвоживания углей.
10.	<p>Дезинтеграции материала в шаровых мельницах наиболее соответствует способ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...раздавливанием; 2. ...раскалыванием; 3. ...ударом; 4. ...истиранием.

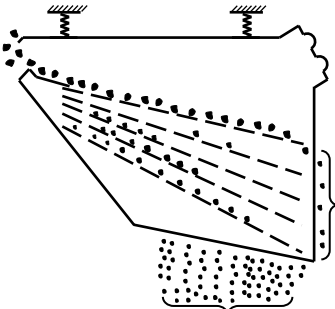
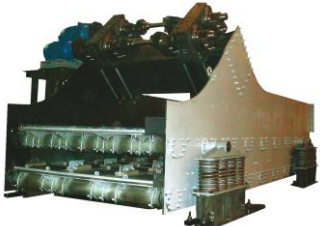
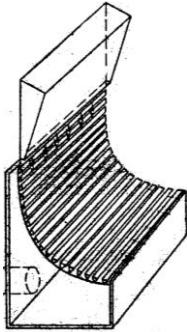
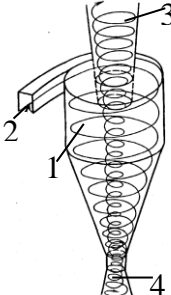
№	Вопросы	Варианты ответов
	дробления...	
11.	В названии мельницы МШЦ 5500х6500, 5500х6500 это, соответственно...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...масса мельницы без шаров и с шарами. 2. ...масса мельницы без электропривода и электроприводом. 3. ...длина и диаметр мельницы. 4. ... диаметр и длина мельницы.
12.	Тест Бонда можно использовать для определения...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Крупности руды. 2. Плотности руды. 3. Измельчаемости руды. 4. Формы частиц руды.
13.	Это ... 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пылеуловитель. 2. Гидроциклон. 3. Установка для извлечения щепы из пульпы. 4. Сгуститель.
14.	Защита от поломок при попадании недробимых предметов в камеру дробления щековой дробилки осуществляется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выключением электродвигателя; 2. Отключением подачи исходного питания; 3. Разрушением подвижной щеки; 4. Разрушением распорной плиты.
15.	Какая из мельниц имеет большую производительность ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. МШЦ 4000х5000; 2. МШЦ 3600х5000; 3. МШЦ 3600х4000; 4. МШЦ 4500х6000.
16.	Начало центрифугирования шаров соответствует углу отрыва α	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\alpha = 20$; 2. $\alpha = 0$; 3. $\alpha = 30$; 4. $\alpha = 25$;
17.	Трубные мельницы обычно применяют для измельчения...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цементы. 2. Железистых кварцитов. 3. Руд цветных металлов. 4. Апатитовых руд.
18.	Оптимальная степень заполнения ϕ мелющими телами мельниц МШР	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\phi = 48 \div 50$ %; 2. $\phi = 35 \div 40$ %; 3. $\phi = 30 \div 35$ %; 4. $\phi = 50 \div 55$ %.
19.	Масса шаровой загрузки пропорциональна	<ol style="list-style-type: none"> 1. диаметру барабана мельницы. 2. квадрату длины барабана мельницы. 3. кубу диаметра барабана мельницы. 4. квадрату диаметра барабана мельницы.
20.	Какая из мельниц имеет большую производительность ?	<ol style="list-style-type: none"> 5. МШЦ 4000х5000; 6. МШЦ 3600х5000; 7. МШЦ 3600х4000;

№	Вопросы	Варианты ответов
		8. МШЦ 4500х6000.

Вариант 2


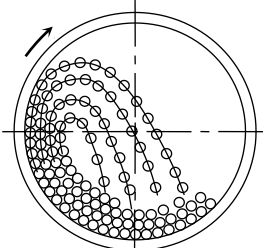
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	<p>Указать номер позицию главного вала</p> 	<p>1. 1; 2. 2; 3. 3; 4. 4.</p>
2.	<p>Это:</p> 	<p>1. Дробилка с зубчатыми валками. 2. Дробилка шнеко-зубчатая. 3. Дробилка КВВД. 4. Валковый грохот.</p>
3.	<p>Это :</p> 	<p>1. Камера дробления дробилки КСД. 2. Камера дробления дробилки КМД. 3. Камера дробления дробилки КИД. 4. Камера дробления дробилки крупного дробления.</p>
4.	<p>Это схема:</p> 	<p>1. Щековая дробилки с двумя подвижными щеками. 2. Виброщёковой дробилки. 3. Щековой дробилки с нижним подвесом щеки. 4. Щековой дробилки со сложным качанием щеки.</p>

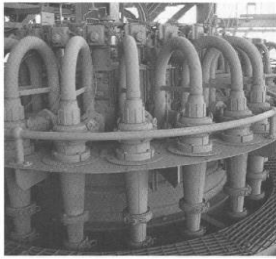
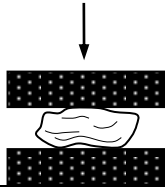
№	Вопросы	Варианты ответов
5.	<p>Это :</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Конусная дробилка крупного дробления. 2. Конусная инерционная дробилка. 3. Конусная дробилка среднего дробления. 4. Короткоконусная дробилка.
6.	<p>На дробилках КИД максимальная степень сокращения:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 30; 2. 15; 3. 50; 4. 250.
7.	<p>Наибольшие энергозатраты при разрушении руд получаются при следующей деформации:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Удар; 2. Сдвиг; 3. Изгиб; 4. Сжатие.
8.	<p>Формула $A = kD^3$ соответствует закону дробления</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кирпичёва-Кика; 2. Риттингера; 3. Ребиндера; 4. Свенссона.
9.	<p>Щековые дробилки применяются в основном для...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...среднего дробления; 2. ...мелкого дробления; 3. ...тонкого дробления; 4. ...крупного дробления.
10.	<p>Угол захвата щековой дробилки α соотносится с углом трения φ следующим образом:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\alpha < 2\varphi$; 2. $\alpha < \varphi$; 3. $\alpha = \varphi$; 4. $\alpha > 2\varphi$.
11.	<p>Разгрузочная щель щековой дробилки регулируется</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменением футеровки неподвижной щеки. 2. изменением толщины футеровки на подвижной щеке. 3. изменением длины подвижной щеки. 4. изменением длины распорной плиты.
12.	<p>Для дезинтеграции алмазосодержащих руд больше всего подходит следующий способ:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Удар; 2. Раздавливание; 3. Раскалывание; 4. Истирание.


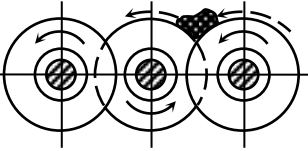
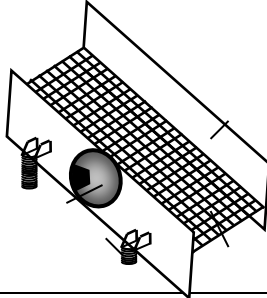
№	Вопросы	Варианты ответов
13.	Это: 	1. Вибромойка; 2. Колосниковый грохот; 3. Вероятностный грохот; 4. Барабанный грохот.
14.	Это 	1. ... питатель. 2. ... отсадочная машина. 3. ... гидроклассификатор. 4. ... грохот.
15.	Это ... 	1. ... чашевый классификатор. 2. ... дуговой грохот. 3. ... колосниковый грохот. 4. ... струнный грохот.
16.	Как правило, соотношение объемов мельниц первой и второй стадий измельчения...	1. 1:2. 2. 2:1. 3. 1:1. 4. 1:0,5.
17.	Оптимальной формой мелющих тел являются ...	1. Цильпебсы 2. Сферы 3. Цилиндры 4. Кубы.
18.	На обогатительных фабриках в основном применяются следующие барабанные мельницы	1. трубные. 2. цилиндроконические. 3. вертикальные. 4. длинные.
19.	В этом аппарате точки 	1. 1, 3, 4; 2. 1, 2, 4; 3. 2, 4, 3; 4. 3, 2, 4.

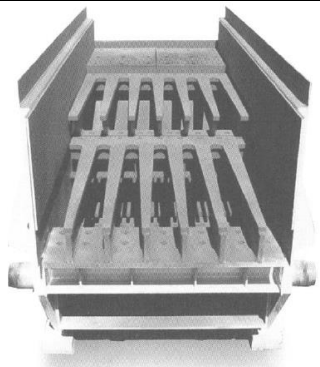
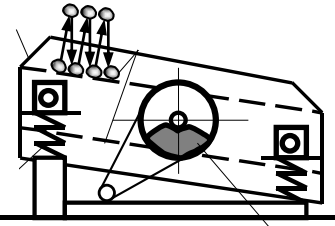
№	Вопросы	Варианты ответов
	подачи и вывода, соответственно, питания, песков и слива:	
20.	Оптимальная степень заполнения φ стальными мелющими шарами мельниц МШЦ:	1. $\varphi = 48 \div 50 \%$; 2. $\varphi = 35 \div 40 \%$; 3. $\varphi = 30 \div 35 \%$; 4. $\varphi = 50 \div 55 \%$;

Вариант 3

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Для «борьбы» с критическим классом крупности при самоизмельчении можно использовать...	1. Додрабливание этого класса в конусных дробилках; 2. Добавление в мельницу стальных стержней; 3. Удаление критического класса на тяжелосредних сепараторах; 4. Предварительное дробление всего материала до 80 - 100 мм.
2.	Масса шаровой загрузки пропорциональна:	1. Диаметру барабана мельницы. 2. Квадрату длины барабана мельницы. 3. Кубу диаметра барабана мельницы. 4. Квадрату диаметра барабана мельницы.
3.	Это ... 	1. ... загрузочный стенд. 2. ... стержневая мельница. 3. ... сортировочная машина. 4. ... внутренний вид подовой сушилки.
4.	При рудном самоизмельчении мелющей средой является:	1. Керамические шары; 2. Мелкие куски самой руды; 3. Округлые куски самой руды; 4. Крупные куски самой руды;
5.	Такой режим 	1. ... симметричным. 2. ... каскадным. 3. ... критическим. 4. ... водопадным.

	движения шаров называется...	
6.	<p>Это ...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ... батарея мультициклонов. 2. ... пульподелитель. 3. ... фильтровальная установка. 4. ...батареиные фильтры очистки отходящих газов.
7.	<p>Рисунок соответствует следующему способу разрушения материала:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Раскалыванию. 2.Истиранию. 3.Раздавливанию. 4.Удару.
8.	<p>Содержание твёрдого в пульпе 33%. Каково будет при этом разжижение R?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...2. 2. ...3,5. 3. ...2,5. 4. ...3.
9.	<p>Последовательность размеров отверстий сит: 35, 48, 65, 100, 150, 200 меш соответствует шкале грохочения с модулем:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\sqrt{10}$ 2. $\sqrt[5]{10}$ 3. $\sqrt[10]{10}$ 4. $\sqrt{2}$
10.	<p>«Лёгкими» зёрнами называют зёрна, размер которых d и размер отверстий сита l соотносятся как:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $d \leq l$; 2. $d \approx l$; 3. $0,75l \leq d \leq l$; 4. $0,5l \leq d \leq 0,75l$.
11.	<p>Наиболее дорогие процессы на обогатительной фабрике это</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сушка. 2. Дробление. 3. Измельчение. 4. Грохочение.
12.	<p>Основное назначение операций рудоподготовки при обогащении руд заключается в</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...раскрытии сростков зёрен полезных минералов с зёрнами минералов пустой породы; 2. ...снижении крупности зёрен; 3. ...увеличении суммарной поверхности зёрен; 4. ...снижении эксплуатационных расходов на дезинтеграцию.
13.	<p>Максимальная производительность дробилки ККД 1500/180 (с разгрузочной щелью 180 мм) составляет...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...100 м³/ч. 2. ...1900 м³/ч. 3. ...2900 м³/ч. 4. ...3900 м³/ч.

14.	 <p>Это ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...анализатор измельчаемости частиц. 2. ... анализатор дробимости частиц. 3. ...анализатор абразивности частиц. 4. ...тестер падающего груза.
15.	<p>Наивысшую эффективность имеют грохоты</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. вибрационные; 2. барабанные; 3. валковые; 4. неподвижные колосниковые;
16.	<p>Удельная производительность грохота измеряется в</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. т/ч·м³; 2. т/ч·м²; 3. м³/ч·м²; 4. м³/ч·мм.
17.	<p>Здесь изображена схема ...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...пластинчатого питателя. 2. ... роликового конвейера. 3. ... валковой дробилки. 4. ... валкового грохота.
18.	<p>Это схема...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...колосникового грохота. 2. ... ситового анализатора. 3. ...самобалансного грохота. 4. ... инерционного грохота.
19.	<p>Это:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вибрационный питатель. 2. Маятниковый питатель. 3. Загрузочное устройство дробилки. 4. Грохот колосниковый.

		
20.	<p>Это схема работы...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ...вероятностного грохота. 2. ...инерционного грохота. 3. ...колосникового грохота. 4. ...самобалансного грохота.

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных, практических и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных, практических и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

6.2.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта

Студент выполняет курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Е.Е. Андреев, О.Н. Тихонов Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебник. - СПб. : 2007. - 439 с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Е.Е. Серго Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учеб. для вузов. - М. : Недра, 1985. - 285 с.
2. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы / Под ред. О.С.Богданова, В.А.Олевского. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1982. - 366 с.
3. Справочник по обогащению руд. Обоганительные фабрики / Гл. ред. О.С.Богданов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1984. - 358 с.
4. Александрова Т.Н. Обогащение полезных ископаемых. [Электронный ресурс]: учебник/ Кусков В.Б., Львов В.В., Николаева Н.В – Электрон. дан. РИЦ Национального минерально-сырьевого университета «Горный», Заказ 503. С 144 (ISBN 978-5-94211-731-3), 2015, 530 с. — Режим доступа:
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_statistic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>
5. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению [Текст] : метод. указания по выполнению самост. работ для студентов днев. формы обучения спец. 130405 / сост.: Е. Е. Андреев, В. В. Львов. - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 57 с. — Режим доступа:
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_statistic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088281%2F%D0%94%2075%2D075093<.>
6. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению [Текст] : метод. указания к самост. работе / сост.: Е. Е. Андреев, В. В. Львов, Н. В. Николаева. - СПб. : Нац. минер.-сырьевой ун-т "Горный", 2013. - 85 с. — Режим доступа:
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_statistic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%92%2045784%2F%D0%94%2075%2D172324<.>
7. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению [Текст] : метод. указания к практ. занятиям / [сост. В. В. Львов, Н. В. Николаева]. - Санкт-Петербург : С.-Петерб. горный университет, 2016. - 156 с. — Режим доступа:
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_statistic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%92%2045944%2F%D0%94%2075%2D857499053<.>
8. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению [Текст] : метод. указания по выполнению лаб. работ для студентов дневной формы обучения спец. 130405 / сост.: Е. Е. Андреев, В. В. Захваткин, В. В. Львов. - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 59 с. — Режим доступа:
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_statistic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088282%2F%D0%94%2075%2D190543<.>
9. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению [Текст] : метод. указания к курсовому проектированию / сост.: В. Б. Кусков, В. В. Львов. - СПб. : Национальный минерально-сырьевой ун-т "Горный", 2015. - 34 с. — Режим доступа:
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_statistic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2089370%2F%D0%94%2075%2D100177282<.>
10. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторных работ/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: В.В. Львов СПб, 2018. 80 с. — Режим доступа:
http://ior.spmi.ru/system/files/lp/lp_1543854286.pdf
11. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. Методические указания к лабораторным работам/ Санкт-Петербургский Горный университет. Сост.: В.В. Львов. СПб, 2020. 113 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Абрамов, А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т.2. Технология переработки и обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2004. — 510 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3266>
2. Николаев, А.А. Добыча, подготовка и обогащение сырья цветных металлов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: МИСИС, 2013. — 53 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47431>
3. Федотов К.В., Никольская Н.И. Проектирование обогатительных фабрик. Уч-к для ВУЗов, 2-е изд., М. 2014, 533 с. Федотов, К.В. Проектирование обогатительных фабрик [Электронный ресурс]: учеб. / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2014. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72717>.
4. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т. 1. Обогатительные процессы. - М.: Горная книга, 2018. - 420 с.
5. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т. 2. Технологии обогащения полезных ископаемых. - М.: Горная книга, 2017. - 312 с.
6. Александрова Т.Н. Обогащение полезных ископаемых. [Электронный ресурс]: учебник/ Кусков В.Б., Львов В.В., Николаева Н.В – Электрон. дан. РИЦ Национального минерально-сырьевого университета «Горный», Заказ 503. С 144 (ISBN 978-5-94211-731-3), 2015, 530 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_statisc_req&bnstring=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>
7. Пивняк Г.Г., Вайзберг Л.А., Кириченко В.И., Пилов П.И., Кириченко В.В. Измельчение. Энергетика и технология: Учебное пособие для вузов. - М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2007. - 296 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. www.consultant.ru
2. ЭБС издательского центра «Лань». <http://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru
7. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт». <http://rucont.ru/>
8. ООО Научная электронная библиотека. Интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования. (Включает РИНЦ- библиографическая база данных публикаций российских авторов и SCIENCE INDEX- информационно - аналитическая система, позволяющая проводить аналитические и статистические исследования публикационной активности российских ученых и научных организаций). <http://elibrary.ru/>
9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>).
10. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/>).
11. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>).

7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению [Электронный ресурс]: Методические указания к самостоятельной работе/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: В.В. Львов. СПб, 2018. 146 с. — Режим доступа: http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1543296784.pdf

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы: Санкт-Петербург, Малый проспект В.О., д.83, литера Б, Учебный центр №3.

Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы: 30 посадочных мест, стол аудиторный - 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., кресло преподавателя – 1шт., доска магнитно-маркерная – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., рамка с плакатом – 4 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

Санкт-Петербург, Малый проспект В.О., д.83, литера Б. Учебный центр №3, 16 посадочных мест.

Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» Microsoft Windows 7 Professional, 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт.

Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 Microsoft Office 2007 Professional Plus
Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2021 года) Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1 Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО) Quantum GIS (свободно распространяемое ПО) Python (свободно распространяемое ПО) R (свободно распространяемое ПО) Rstudio (свободно распространяемое ПО) SMATH Studio (свободно распространяемое ПО) GNU Octave (свободно распространяемое ПО) Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMATH Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

Microsoft Windows 10 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).