

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 13.09.2023 11:40:24

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Рудоподготовка

Закреплена за подразделением Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Технология минерального сырья

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

65

часов на контроль

45

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	65	65	65	65
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дтн, профессор, Горячев Б.Е.; ктн, доцент, Николаев А.А.

Рабочая программа

Рудоподготовка

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-1.plx Технология минерального сырья, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Технология минерального сырья, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Протокол от 05.06.2020 г., №8

Руководитель подразделения Юшина Т.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать у студентов знания, умения и навыки по основным процессам механического разрушения горных пород, лежащим в основе рудоподготовки минерального сырья - дроблению, измельчению и грохочению. Научить основам методики выбора схем дробления и измельчения, проведению технико-экономического анализа различных вариантов схем подготовки руд к обогащению.
-----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Научно-исследовательская практика	
2.2.2	Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.2.3	Стандартизация и сертификация в технологии минерального сырья	
2.2.4	Физические и физико-химические основы флотации	
2.2.5	Физические основы магнитных и электрических методов обогащения	
2.2.6	Биотехнология металлов	
2.2.7	Гидромеханика и физические основы гравитационных методов обогащения	
2.2.8	Обезвоживание и оборотное водоснабжение	
2.2.9	Проектирование обогатительных фабрик	
2.2.10	Технологическая минералогия	
2.2.11	Типы руд и месторождений	
2.2.12	Физико-химические методы исследования флотационных систем	
2.2.13	Научно-исследовательская практика	
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Управление минеральными ресурсами	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях	
Знать:	
ОПК-5-32 режимы работы оборудования для рудоподготовки	
ОПК-5-31 принципы и основы выбора и расчета схем рудоподготовки	
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии	
Знать:	
ОПК-1-32 теоретические основы грохочения дезинтегрированного минерального сырья	
ПК-1: Способен организовывать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области технологии минерального сырья, проводить работы по обработке и анализу результатов исследований.	
Знать:	
ПК-1-33 методики определения гранулометрического состава, дробления, грохочения и измельчения минерального сырья	
ПК-1-32 основные физико-механические характеристики горных пород и физические характеристики минералов	
ПК-1-31 теоретические и практические основы определения гранулометрического состава минерального сырья	
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии	
Знать:	
ОПК-1-31 теоретические основы механики разрушения горных пород в дробилках и мельницах разного типа	
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	

Знать:
УК-2-34 основные технологические схемы рудоподготовки минерального сырья
УК-2-32 основные конструкции, принципы работы и технические характеристики щековых, конусных и валковых дробилок и дробилок ударного действия, барабанных мельниц
УК-2-31 преимущества и недостатки дробильных машин и мельниц разного типа
УК-2-33 основные конструкции, принципы работы и технические характеристики грохотов
УК-2-35 теоретические основы процессов рудоподготовки минерального сырья к обогащению
ПК-1: Способен организовывать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области технологии минерального сырья, проводить работы по обработке и анализу результатов исследований.
Уметь:
ПК-1-У3 строить характеристики крупности руды
ПК-1-У1 проводить гранулометрический анализ минеральных смесей
ПК-1-У4 изучать влияние основных факторов на измельчаемость руды
ПК-1-У2 рассчитывать степень дробления руды, эффективность грохочения
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Уметь:
ОПК-5-У1 выбирать и рассчитывать схемы дробления и измельчения руд
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Уметь:
ОПК-1-У1 рассчитывать оборудование рудоподготовки на основе знаний о физических характеристиках и технологических свойствах минерального сырья
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Уметь:
ОПК-5-У2 рассчитывать режимы работы дробильного, классифицирующего и измельчительного оборудования
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Уметь:
УК-2-У1 анализировать технологические режимы подготовки минерального сырья к обогащению
ПК-1: Способен организовывать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области технологии минерального сырья, проводить работы по обработке и анализу результатов исследований.
Владеть:
ПК-1-В1 методами проведения лабораторных исследований подготовки руды к обогащению
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Владеть:
ОПК-5-В1 методами интерпретации и презентации результатов исследований по подготовке минерального сырья к обогащению

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение							

1.1	Роль процессов дробления, грохочения и измельчения при переработке минерального сырья. История развития процессов дробления, грохочения и измельчения. Перспективы развития /Лек/	1	1	УК-2-35	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			
1.2	Проработка материалов лекций /Ср/	1	2	УК-2-35 ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
Раздел 2. Грохочение								
2.1	Крупность и гранулометрический состав. Исчисление крупности. Способы определения гранулометрического состава. Ситовой анализ. Характеристики крупности. Уравнения характеристик крупности. Исчисление поверхности, числа зерен и среднего диаметра зерен сыпучих материалов. Основные понятия и назначение грохочения. Сеющие поверхности. Эффективность грохочения и «замельченность», «легкие», «затрудняющие» зерна. Вероятность прохождения зерен через отверстия сеющей поверхности. Влияние различных факторов на процесс грохочения. Кинетика процесса грохочения. Последовательность выделения классов при грохочении. Особенности движения материала и выделения классов при грохочении. /Лек/	1	2	УК-2-35 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			
2.2	Грохоты. Классификация грохотов и области их применения. Колосниковые грохоты. Инерционные грохоты. Самобалансовые грохоты. Другие типы грохотов. Условия применения и особенности эксплуатации грохотов. Производительность грохотов. Методика выбора и расчета грохотов /Лек/	1	2	УК-2-33 УК-2-34 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			
2.3	Определение средней крупности продуктов дробления. Гранулометрический анализ минеральной взвеси /Лаб/	1	2	ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1			

2.4	Изучение работы самобалансового грохота /Лаб/	1	2	УК-2-33 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-5-32 ОПК-5-У2 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			
2.5	Проработка материалов лекций, подготовка к выполнению лабораторных работ, домашнему заданию. /Ср/	1	14	УК-2-33 УК-2-У1 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
Раздел 3. Дробление								
3.1	Назначение операций дробления. Способы дробления. Классификация машин для дробления и измельчения. Степень дробления и измельчения. Стадиальность дробления. Теоретические основы процессов разрушения твердых тел. Силы взаимодействия в кристаллах. Механические свойства кристаллов. Теоретическая и реальная прочность кристаллов твердых тел и горных пород. Анизотропия. Масштабный фактор. Энергетические законы дробления. Связь работы дробления со степенью дробления. Границы применения законов дробления. /Лек/	1	2	УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ПК-1-32 ПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			

3.2	<p>Классификация дробильных машин. Дробилки для крупного дробления. Щековые дробилки, область применения, принцип действия. Технологические характеристики дробилок: угол захвата, оптимальная скорость вращения вала, производительность, потребляемая мощность. Конусные дробилки. Области применения. Принцип действия. Конусные дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления. Конусные дробилки с гидравлическим регулированием разгрузочного отверстия. Инерционные конусные дробилки. Выбор и расчет дробилок, технико-экономическое сравнение. Валковые дробилки. Область применения, принцип действия. Молотковые, роторные дробилки, особенности применения. Технологические характеристики дробилок. Выбор и расчет дробилок. Новые способы дробления горных пород, особенности применения операций грохочения. Схемы дробления. Оптимальная и необходимая крупность дробленого продукта. Расчет схем дробления. Автоматизация процессов дробления. /Лек/</p>	1	2	<p>УК-2-31 УК-2-32 УК-2-34 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2</p>	<p>Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2</p>			
3.3	<p>Изучение работы щековой дробилки /Лаб/</p>	1	2	<p>УК-2-32 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-32 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ПК-1-32 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1</p>	<p>Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1</p>			
3.4	<p>Изучение работы инерционной дробилки КИД /Лаб/</p>	1	2	<p>УК-2-32 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-32 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ПК-1-32 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1</p>	<p>Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1</p>			

3.5	Изучение работы валковой дробилки /Лаб/	1	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-32 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ПК-1-32 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1			
3.6	Проработка материалов лекций, подготовка к выполнению лабораторных работ, домашнему заданию. /Ср/	1	27	УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 УК-2-34 УК-2-У1 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
Раздел 4. Измельчение								
4.1	Назначение процессов измельчения. Особенности исчисления крупности измельченного продукта и производительности. Аппараты, применяемые для измельчения минерального сырья. Классификация, области применения и принцип действия барабанных мельниц. Конструкции мельниц. Шаровые мельницы с разгрузкой через решетку. Шаровые мельницы с центральной разгрузкой. Стержневые мельницы. Питатели мельниц. Характеристики измельчающей среды. Коэффициент заполнения мельницы. Механика измельчающей среды. Характеристики работы мельниц. Критическая частота вращения. Наивыгоднейшее число оборотов. Оборачиваемость измельчающей среды в мельнице. /Лек/	1	2	УК-2-31 УК-2-32 УК-2-34 УК-2-35 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ПК-1-33 ПК-1-У3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			

4.2	Полезная мощность, потребляемая мельницей. Масса измельчающей среды. Полезная мощность при водопадном режиме работы. Полезная мощность при каскадном режиме работы. Рациональная загрузка измельчающей среды. Мощность, потребляемая электро-двигателями мельницы. Кинетика процесса измельчения. Уравнение кинетики, измель-чаемость руды. Изнашиваемость измельчающих тел, закономерности изнашиваемости. Особенности работы мельниц в замкнутом цикле. Циркулирующая нагрузка, законо-мерности ее образования. Определение величины циркулирующей нагрузки. Моделиро-вание процесса измельчения в замкнутом цикле. Связь производительности цикла измельчения с циркулирующей нагрузкой. Влияние эффективности классификации. /Лек/	1	2	УК-2-31 УК-2-32 УК-2-34 УК-2-35 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ПК-1-33 ПК-1-У3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
4.3	Производительность барабанных мельниц. Факторы, влияющие на производительность мельниц. Методика выбора и расчет барабанных мельниц. Схемы измельчения. Особенности построения схем. Техничко-экономические обоснования и показатели. Расчет схем измельчения. /Лек/	1	2	УК-2-31 УК-2-32 УК-2-34 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
4.4	Изучение закономерностей движения измельчающей среды шаровой мельницы /Лаб/	1	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У4 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1			
4.5	Изучение факторов, влияющих на процесс измельчения в шаровых мельницах /Лаб/	1	5	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1			

4.6	Проработка материалов лекций, подготовка к выполнению лабораторных работ, домашнему заданию. /Ср/	1	20	УК-2-31 УК-2-34 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
	Раздел 5. Самоизмельчение							
5.1	Технико-экономические и технологические преимущества процессов самоизмельчения. Первичное рудное и рудно-галечное измельчение. Вторичное рудно-галечное из-мельчение. Основные закономерности процесса самоизмельчения руд. Особенности ме-ханики измельчающей среды. Условия подготовки руды к самоизмельчению. Куски кри-тической крупности. Факторы, влияющие на процесс самоизмельчения. Выбор и расчет мельниц самоизмельчения. Схемы самоизмельчения. Особенности построения схем. Схемы, обеспечивающие из-бежания накопления класса «критической» крупности. Схемы, обеспечивающие стабилизацию производительности. Особенности замыкания циклов в процессах самоизмельчения. Технико-экономическое сравнение схем. Современные направления развития новых процессов измельчения руд. Автоматиза-ция процессов измельчения. Организация работы дробильных и измельчительных отделений обогатительных фабрик. Складирование и усреднение руды. Охрана труда в дробиль-ных и измельчительных отделения. /Лек/	1	2	УК-2-32 УК-2-35 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			

5.2	Проработка материалов лекций. /Ср/	1	2	УК-2-32 УК-2-35 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
-----	------------------------------------	---	---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	--	--	--

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Текущий контроль, направленный на формирование следующих компетенций (ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-33, ПК-1-У1, ПК-1-У2, ПК-1-У3, ПК-1-У4, ПК-1-В1, ОПК-5-31, ОПК-5-32, ОПК-5-У1, ОПК-5-У2, ОПК-5-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-32, ОПК-1-У1, УК-2-31, УК-2-32, УК-2-33, УК-2-34, УК-2-35, УК-2-У1):

Вопросы к экзамену:

1. Значение процессов дробления, грохочения и измельчения при обогащении руд.
2. Дать понятие о крупности продуктов дробления и измельчения. Как производится исчисление крупности. Рассмотреть методику определения гранулометрического состава продуктов.
3. Способы выражения гранулометрического состава продуктов дробления и измельчения.
4. Назначение процессов грохочения. Дать понятие эффективности грохочения.
5. Просеивающие поверхности. Дать понятие «Живое сечение» грохота. Вероятность прохождения зерна через отверстие сита грохота.
6. Привести факторы, влияющие на процесс грохочения. Последовательность выделения классов при грохочении.
7. Классификация грохотов. Методика расчета производительности грохота.
8. Дать определение процессу дробления руды. Рассмотреть механические свойства минералов и горных пород. Что такое теоретическая и реальная прочность твердого тела и в частности, горной породы.
9. Рассмотреть энергетические законы дробления (Риттингера, Кирпичева-Кика и Бонда).
10. Рассмотреть способы разрушения горных пород при их дроблении. Что такое степень дробления.
11. Дать классификацию дробильных машин.
12. Дать принцип действия и основные конструктивные особенности щековых дробилок.
13. Рассмотреть технологические характеристики щековых дробилок: угла захвата, оптимальной скорости вращения вала.
14. В чем отличие в теоретической и реальной производительностях щековой дробилки.
15. Дать принцип действия и основные конструктивные особенности конусных дробилок. Рассмотреть отличие конструкций конусных дробилок крупного и среднего дробления.
16. Рассмотреть технологические характеристики конусных дробилок крупного, среднего и мелкого дробления.
17. Дать принцип действия и основные конструктивные особенности валковых дробилок. В чем преимущества и недостатки использования в схемах дробления валковых дробилок.
18. Схемы дробления. Дать технико-экономическое обоснование применения операций предварительного и контрольного грохочения.
19. Назначение процессов измельчения руд. Дать классификацию мельниц и область их применения.
20. Рассмотреть принцип действия барабанной мельницы с металлической измельчающей средой.
21. Дать методику расчета производительности мельниц по удельной производительности.
22. Дать методику расчета производительности мельниц по Бонду.
23. Рассмотреть механику измельчающей среды мельниц. Скоростные режимы работы мельницы.
24. Что такое «критическая» скорость вращения мельницы.
25. Рассмотреть оборачиваемость шаров в мельнице. Число циклов единичного шара и всей шаровой нагрузки.
26. Полезная мощность потребляемая мельницей в каскадном и водопадном режимах измельчения.
27. Дать понятие «измельчаемость» руды. Кинетика процесса измельчения.
28. Рассмотреть особенности циклов измельчения. Дать понятие циркулирующей нагрузки мельницы. Каково предельно допустимое значение циркулирующей нагрузки мельницы.
29. Закономерности образования циркулирующей нагрузки мельницы. Как экспериментально определить величину циркулирующей нагрузки.
30. Факторы, влияющие на производительность барабанных мельниц. Особенности износа измельчающей среды.
31. Дать характеристику и классификацию процессов мокрого самоизмельчения руд.
32. Особенности механики измельчающей среды в мельнице мокрого самоизмельчения.
33. В чем преимущества и недостатки процесса мокрого самоизмельчения руд. Дать методику расчета производительности мельниц типа ММС.
34. Рассмотреть схемы осуществления процесса мокрого самоизмельчения руд.
35. Рассмотреть принципы организации работы дробильных и измельчительных отделений обогатительных фабрик.
36. Охрана труда и техника безопасности при работе в дробильных отделениях обогатительных фабрик.

ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1 Грохочение

1. Дать определение понятия «Крупность куска руды неправильной формы»
2. Чем вызвана необходимость введения понятия «Средний диаметр куска руды неправильной формы».
3. Какими размерами определяется крупность единичного куска руды неправильной формы.
4. Дан кусок руды, максимальные длина, ширина и высота которого составляют соответственно 53 мм, 34 мм и 21 мм. Рассчитайте средний условный диаметр данного куска руды.
5. Масса куска руды неправильной формы равна 40 г. и его плотность 2.7 г/см³. Определить эквивалентный диаметр куска руды.
6. Как оценить крупность коллектива кусков руды неправильной формы.
7. Определить среднединамический диаметр кусков руды в сыпучей смеси классов -25+13 мм и -13+0 мм, если их выход соответственно составляет 45% и 20%.

8. Определить среднединамический диаметр кусков руды в сыпучей смеси классов -25+13 мм, -50+25 мм и -50+10 мм, если их выход составляет 25%, 15% и 10%.

9. По результатам ситового анализа пробы дробленой руды (табл.1) определить частный и суммарный выходы отдельных классов.

Таблица 1

Результаты ситового анализа пробы руды

Класс крупности, мм	Масса класса, кг	Выход класса, %	Суммарный выход, %
+150	84.4		
-150+100	154.1		
-100+50	130.1		
-50+25	275.2		
-25+13	220.0		
-13+6	170.5		
-6+3	220.7		
-3+1	210.8		
-1+0.5	150.0		
-0.5+0	184.2		

Итого:

10. Определить коэффициент живого сечения листового сита с круглыми отверстиями диаметром $d=13$ мм и шагом $t=20$ мм. Расположение отверстий шахматное.

11. Определить коэффициент живого сечения листового сита с квадратными отверстиями $d=13$ мм и шагом $t=20$ мм.

12. Определить коэффициент живого сечения листового сита с щелевыми отверстиями, если ширина щели $d=5$ мм, длина щели $l=20$ мм, расстояние между сторонами и концами щелей $s=5$ мм.

13. Определить коэффициент живого сечения проволочного сита, если размер отверстий $d=6$ мм и диаметр проволоки $d_1=1.8$ мм.

14. При грохочении руды на грохоте с отверстиями сита 10 мм получено 500 т подрешетного продукта. Определить эффективность грохочения, если в питании грохота масса продукта крупности -10 +0 мм составляет 580 т.

15. Содержание подрешетного продукта в исходном питании грохота составляет 30.5%, а в надрешетном – 10.3%. Определить эффективность грохочения.

16. Определить эффективность грохочения на грохоте с отверстиями сита 13 мм, если содержание класса -13+0 мм в исходном питании составило 77.3%, а в надрешетном продукте – 34.3%.

17. Определить производительность неподвижного колосникового грохота с размером отверстий между колосниками 150 мм, если ширина решета 1000 мм и длина 2000 мм.

18. Рассчитать число грохотов ГИТ 51 для предварительного грохочения продукта крупного дробления в операции среднего дробления на классы -300 -300+75 мм и -75+0 мм. Крупное дробление производится на конусных дробилках крупного дробления типа ККД. Крупность поступающей на грохочение руды -300+0 мм. Производительность операции среднего дробления 1200 т/час. Воспользоваться типовой гранулометрической характеристикой продукта крупного дробления в дробилках ККД.

19. Рассчитать число грохотов ГСТ 51 для грохочения продукта мелкого дробления на конусных дробилках мелкого дробления типа КМД крупностью -30+0 мм на классы -30+10 мм и -10+0 мм. Суммарная производительность операции мелкого дробления 1200 т/час. Воспользоваться типовой гранулометрической характеристикой продукта мелкого дробления в дробилках КМД.

ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 2 Дробление

1. Каково назначение операций дробления в технологии переработки минерального сырья.

2. Рассмотрите особенности механических свойств горных пород при простых видах деформирования.

3. Какие известны виды разрушающего воздействия на куски дробимого материала со стороны рабочих органов дробилок разного типа.

4. Дайте классификацию дробильных машин.

5. Дайте определение степени дробления. Что такое частная степень дробления и общая степень дробления. Какие степени дробления достигаются в дробилках крупного, среднего и мелкого дробления. Чем определяется выбор числа стадий дробления исходной руды.

6. Определить степень дробления в операции крупного дробления, если в операцию поступает руда крупностью -1200+0 мм, а выходит продукт крупного дробления -350+0 мм. Каковы должны быть размеры разгрузочной щели щековой и конусной дробилок крупного дробления, если руда имеет среднюю твердость.

7. Определить степень дробления в операции среднего дробления, если в операцию поступает руда крупностью -350+0 мм, а выходит продукт среднего дробления крупностью -75+0 мм. Каков должен быть размер разгрузочной щели конусной дробилки среднего дробления, если дробится мягкая руда.

8. Определить степень дробления в операции мелкого дробления, если в операцию дробления поступает руда крупностью -75+0 мм, а конечный продукт дробления имеет крупность -10+0 мм. Какова должна быть схема операции. Каков должен быть размер разгрузочной щели конусной дробилки мелкого дробления, если дробится твердая руда.

9. Определить удельную работу дробления медно-никелевых руд Ждановского месторождения, если степень дробления составляет 3.5.

10. Определить удельную работу дробления апатито-магнетитовых руд Ковдорского месторождения, если степень дробления составляет 3.5.

11. Определить удельную работу дробления жезказганских медных руд, если степень дробления составляет 3.5.

12. Определить эффективность дробления руды до крупности 13 мм, если содержание в исходном питании класса +13 мм составляет 65%, содержание класса -13 мм в исходном питании 25%, а в дробленном продукте – 80%.
13. Определить эффективность дробления руды до крупности -100 мм, если содержание в исходном питании класса +100 мм 85%, содержание класса -100 мм в исходном питании 10%, а в дробленном продукте – 78%.
14. Определить производительность и мощность электродвигателя щековой дробилки ЩДП 12х15, если насыпная плотность дробимой руды 1.8 т/м³.
15. Определить производительность конусной дробилки крупного дробления ККД-1200/150 ГРЦ, если плотность дробимой руды 2.7 т/м³.
16. Определить производительность и мощность электродвигателя конусной дробилки среднего дробления КСД-2200 используя значения усредненной удельной производительности дробилки.
17. В каких стадиях дробления и для какого типа сырья используются валковые дробилки.
18. Определить производительность двухвалковой зубчатой дробилки ДДЗ-10, если ширина щели между валками $s=100$ мм, плотность угля 1.7 т/м³, коэффициент разрыхления угля 0.5.
19. Какова общая классификация дробилок ударного действия по конструктивным параметрам.
20. В каких стадиях дробления и для какого типа сырья применяют дробилки ударного действия.

ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 3 Измельчение, самоизмельчение.

1. Опишите основные отличия в механике разрушения горных пород при дроблении и измельчении.
2. Опишите принцип действия барабанных мельниц.
3. Рассмотрите основные типы барабанных мельниц, опишите их конструктивные отличия и области их применения.
4. Рассмотрите конструкцию шаровой мельницы с разгрузкой через решетку, опишите предназначение ее основных частей.
5. Рассмотрите конструкцию шаровой мельницы с центральной разгрузкой, опишите предназначение ее основных частей.
6. Рассмотрите конструкцию стержневой мельницы, опишите предназначение ее основных частей.
7. Рассмотрите конструкцию мельницы мокрого самоизмельчения, опишите предназначение ее основных частей.
8. Рассмотрите механику дробящей среды шаровой мельницы.
9. Выведите основные формулы для расчета критической частоты вращения мельницы.
10. Выведите основные формулы для расчета работы, затрачиваемой на приведение шара в водопадное движение.
11. Рассмотрите полезную мощность, потребляемую шаровой мельницей при ее каскадном режиме работы.
12. Рассмотрите полезную мощность, потребляемую шаровой мельницей при водопадном режиме работы.
13. Получите основные уравнения кинетики измельчения.
14. Что такое измельчаемость руд. Напишите формулу для удельной производительности мельницы по вновь образованному классу.
15. Обоснуйте и приведите основные технологические схемы шарового измельчения и самоизмельчения руд.
16. Выбрать размер мельниц и подсчитать их необходимое количество для измельчения в одну стадию 700 т/час руды от 15 мм до крупности 60% класса -0.074 мм. (эталонная мельница МШР 3.6х4 имеет производительность 80 т/час при питании рудой -25+0 мм и содержании расчетного класса в конечном продукте 60%.
17. Выбрать размер мельниц и подсчитать их необходимое количество для измельчения в одну стадию 800 т/час руды от 10 мм до крупности 65% класса -0.074 мм. (эталонная мельница МШР 3.6х4 имеет производительность 80 т/час при питании рудой -25+0 мм и содержании расчетного класса в конечном продукте 60%.
18. Выбрать размер мельниц и подсчитать их необходимое количество для измельчения в одну стадию 700 т/час руды от 15 мм до крупности 60% класса -0.074 мм. (эталонная мельница МШР 3.6х4 имеет производительность 80 т/час при питании рудой -25+0 мм и содержании расчетного класса в конечном продукте 60%. Расчет произвести по методике Бонда.
19. Выбрать мельницу мокрого самоизмельчения для измельчения руды крупностью -300 мм до крупности 80% класса крупности -10 мм по методике Бонда, если производительность участка самоизмельчения составляет 1000 т/час.
20. Выбрать мельницу мокрого самоизмельчения для измельчения руды крупностью -300 мм до крупности 80% класса крупности -30 мм по методике Бонда, если производительность участка самоизмельчения составляет 1000 т/час.

Домашнее задание:

1. Выбрать, обосновать и рассчитать схему дробления и измельчения медно-молибденовой руды высокой твердости. Крупность исходной руды 1000 мм, плотность руды 2,9 т/м³, производительность проектируемой обогатительной фабрики 9,0 млн. т/год. Конечная крупность измельчения 75 % класса – 0,074 мм.
2. Выбрать и рассчитать необходимое оборудование для дробления и измельчения.

Действующая (эталонная) фабрика имеет производительность 7,8 млн. т/год при крупности руды, поступающей на измельчение, 18 мм и крупности измельченной руды 70 % класса – 0,074 мм.

На действующей фабрике установлены следующие мельницы:

I стадия измельчения МШР-3,6 5,0 в количестве 6 шт.;

II стадия измельчения МШЦ-3,6 5,5 в количестве 6 шт.

Крупность руды после I стадии измельчения 40 % класса – 0,074 мм.

3. Выполнить эскиз _____ шаровой мельницы с центральной разгрузкой, _____ _____ работающей в замкнутом цикле с гидроциклонами _____
Исходные данные по домашнему заданию выдаются индивидуально каждому студенту.
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.
По учебной дисциплине предусмотрены три контрольных работы и домашнее задание.
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)
Экзамен по дисциплине проводится в устной форме. Экзаменационный билет состоит из пяти вопросов. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре ОПИ.
Пример экзаменационного билета: 1. Способы выражения гранулометрического состава продуктов дробления и измельчения. 2. Привести факторы, влияющие на процесс грохочения. Последовательность выделения классов при грохочении. 3. Охрана труда и техника безопасности при работе в дробильных отделениях обогатительных фабрик. 4. Схемы дробления. Дать технико-экономическое обоснование применения операций предварительного и контрольного грохочения. 5. Особенности механики измельчающей среды в мельнице мокрого самоизмельчения.
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)
Дисциплина считается освоенной при выполнении следующих условий: - текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично"); - выполнены и защищены все лабораторные работы и домашнее задание; - по результатам контрольных работ имеются положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично"); - экзамен по учебной дисциплине сдан на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично").
Экзаменационный билет состоит из пяти вопросов. Итоговая оценка за экзамен - сумма баллов за ответ на каждый вопрос (1 вопрос - 1 балл). "Отлично" - 5 баллов. "Хорошо" - 4 балла. "Удовлетворительно" - 3 балла. "Неудовлетворительно" - 2 и менее баллов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Перов В. А., Андреев Е. Е., Биленко Л. Ф.	Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1990
Л1.2	Андреев С. Е., Перов В. А., Зверевич В. В.	Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учебник для вузов по спец. 'Обогащение полезных ископаемых'	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1980

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Адамов Э. В.	Основы проектирования обогатительных фабрик: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л2.2	Аккерман Ю. Э., Букаты Г. Б., Кизевальтер Б. В., др., Богданов О. С., др.	Справочник по обогащению руд: Подготовительные процессы	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1982

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Коржова Р. В., Воронин Д. Ю.	Дробление, грохочение, измельчение: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Обогащение полезных ископаемых' и напр. 'Горное дело'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Э2	ГИАБ	https://www.giab-online.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Teams
П.2	Microsoft Office

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	1. ЗАО "Дробмаш": http://www.drobmash.ru
И.2	2. АО «ТЯЖМАШ»: https://www.tyazhmash.com
И.3	3. METSO: https://www.metso.com
И.4	4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: http://window.edu.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Л-140	Учебная лаборатория подготовительных процессов:	дробилки производства "Механобр-техника": щековые ДЩ 80x150 и ДЩ 60x100, валковая ДГ 200x125, молотковая МД 3x2, конусные инерционные КИД 60; истиратель вибрационный стаканчиковый ИВЧ 3, грохот ГИЛ 0,5, анализаторы ситовые АСВ 200, весы лабораторные, комплект учебной мебели на 12 рабочих мест

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Успешное изучение курса требует посещения всех видов занятий, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

При подготовке к лабораторным работам необходимо изучить цель работы, краткую теорию, ознакомиться с методиками и техническими характеристиками оборудования, формами записи результатов проведенных лабораторных работ, требованиями к составлению и оформлению отчета о выполнении лабораторной работы, контрольными вопросами, приведенными в лабораторном практикуме.

После проверки отчета о выполнении лабораторной работы преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.