

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет»
имени Т. Ф. Горбачева

Кафедра обогащения полезных ископаемых

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБОГАЩЕНИЯ (ДРОБЛЕНИЕ, ГРОХОЧЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ)

Методические указания к самостоятельной работе
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело,
специализации Обогащение полезных ископаемых,
заочной формы обучения

Составитель **Г. Л. Евменова**

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 33 от 29.04.2019
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04
Горное дело
Протокол № 10 от 29.04.2019
Электронная копия хранится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2019

Введение

Программа и методические указания по изучению дисциплины «Подготовительные процессы обогащения (дробление, грохочение, измельчение) составлены в соответствии требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

В технологических схемах обогащения полезных ископаемых подготовительными процессами являются операции дробления, грохочения и измельчения. Эти операции играют большую роль и во многих других отраслях промышленности. За год дробят и измельчают миллиарды тонн различных материалов. На разделении материалов по классам крупности, т. е. грохочении, держится вся технология переработки нерудного сырья, подготовка твердого топлива к сжиганию на электростанциях, производство заполнителей бетона, выпуск всех сухих продуктов химии, включая удобрения и т. д. Экономическое значение операций дробления, грохочения, измельчения определяется тем, что на рудо-обогатительных фабриках на их долю приходится 50–70 % капитальных затрат и эксплуатационных расходов.

Подготовительные процессы являются операциями, без которых, собственно, обогащение невозможно.

Курс состоит из трех частей:

1. Грохочение полезных ископаемых.
2. Дробление полезных ископаемых.
3. Измельчение полезных ископаемых.

Таблица 1

Выписка из рабочей программы

Номер семестра	Всего часов	Лекции, часов	Лабораторные работы, часов	Самостоятельная работа, ч	Курсовой проект	Количество контрольных работ	Форма учета знаний
6	216	8	8	191	1	1	экзамен

По дисциплине студент должен получить положительную оценку по контрольной работе, выполнить и сдать отчет по лабораторным работам, защитить курсовой проект и сдать экзамен за полный курс.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБОГАЩЕНИЯ (ДРОБЛЕНИЕ, ГРОХОЧЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ)

Таблица 2

Содержание дисциплины «Подготовительные процессы Обогащения» (дробление, грохочение, измельчение)»

Но- мер п/п	Наименова- ние темы	Содержание темы
1	Введение [1, 8, 9]	1.1. Дробление, измельчение и грохочение как основные процессы рудоподготовки. Их место в общей схеме обогащения полезных ископаемых. Задачи и содержание курса
2	Основные понятия [1, 8, 9]	2.1. Гранулометрический состав полезных ископаемых Способы гранулометрического анализа. Стандартные шкалы сит. Уравнение характеристик крупности
3	Грохочение [1, 8, 9]	3.1. Основы процесса грохочения. Порядок выделения классов при грохочении: от крупного к мелкому, от мелкому к крупному, комбинированный. Рабочая поверхность грохота: колосниковые решетки, листовые решета со штампованными отверстиями, из резины, проволочные сетки, шпальтовые, струнные сита, живое сечение рабочей поверхности. 3.2. Трудные и затрудняющие зерна. Эффективность грохочения. Влияние различных факторов на процесс грохочения: гранулометрического состава, влажности, формы зерен, скорости движения грохотимого материала, формы отверстий, угла наклона, амплитуды и частоты вибраций поверхности грохочения. 3.3. Грохоты Общая классификация грохотов. Неподвижные колосниковые грохоты. Грохоты валковые. Барабанные вращающиеся грохоты. Вибрационные (инерционные) грохота с круговыми колебаниями короба, самоцентрирующиеся грохоты. Вибрационные грохоты с прямолинейными вибрациями: самобалансные грохоты, резонансные грохоты: с эксцентри-

Но- мер п/п	Наименова- ние темы	Содержание темы
		<p>ковым приводом, с электромагнитным вибратором. Вероятностный грохот. Грохот «Liwel». По каждому типу излагается схема устройства, принцип действия, размеры, область применения, показатели работы.</p> <p>3.4. Грохоты гидравлические. Дуговые грохоты. Цилиндрические грохоты. Гидравлические плоские грохоты.</p> <p>3.5. Эксплуатация грохотов</p>
4.	Дробление [1, 8, 9]	<p>4.1. Физические основы процесса дробления. Сущность процесса дробления. Теории дробления (Риттенгера, Кирпичева, Ребиндера и Бонда) и их взаимная связь. Способы и стадии дробления. Степень дробления. Схемы дробления.</p> <p>4.2. Дробилки. Щековые дробилки с простым и сложным качанием щеки. Эксплуатация щековых дробилок. Конусные дробилки для крупного, среднего, мелкого дробления. Механическое и гидравлическое регулирование разгрузочной щели. Эксплуатация конусных дробилок для крупного, среднего, мелкого дробления. Инерционные дробилки. Валковые дробилки с гладкими и зубчатыми валками. Эксплуатация валковых дробилок.</p> <p>4.3. Дробилки ударного действия: молотковые, роторные дробилки, дезинтеграторы. Эксплуатация дробилок ударного действия. По каждому типу дробилок приводятся схемы, устройство, принцип действия, рассматриваются технологические характеристики.</p>

Но- мер п/п	Наименова- ние темы	Содержание темы
		4.4. Выбор типа и размера дробилок для крупного, среднего и мелкого дробления
5	Измельче- ние [1, 8, 9]	<p>5.1. Назначение процесса и оборудование для измельчения. Сущность процесса измельчения и его место в процессах рудоподготовки. Общие сведения о барабанных мельницах, их классификация. Шаровые мельницы с центральной разгрузкой и разгрузкой через решетку. Стержневые мельницы. Футеровка шаровых и стержневых мельниц. Галечные мельницы Мельницы самоизмельчения и полусамойз-мельчения (типа «Каскад» и «Аэрофол»). Футеровка для мельниц самоизмельчения. Питатели: барабанный, улитковый, комбинированный. Пульпа: содержание твердого в пульпе по массе, разжижение, плотность пульпы.</p> <p>5.2. Факторы, влияющие на работу барабанных мельниц. Скоростные режимы работы мельницы: каскадный, водопадный, смешанный, критический.</p> <p>5.3. Мелющие тела (Дробящая среда). Коэффициент заполнения мельницы измельчающими телами. Процесс изнашивания мелющих тел. Догрузка мелющих тел. Циркуляционная нагрузка.</p> <p>5.4. Производительность барабанных мельниц. Факторы, влияющие на производительность барабанных мельниц. Определение производительности барабанных мельниц.</p> <p>5.5. Эксплуатация барабанных мельниц</p>

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

2.1. Грохочение

Изучая этот раздел, необходимо хорошо разобраться в основах процесса грохочения и его основных технологических показателях. Изучить влияние различных факторов на эффективность грохочения. Необходимо обратить внимание на взаимосвязь между эффективностью грохочения и производительностью грохота. Изучить виды просеивающих поверхностей грохотов и четко понять, что коэффициент живого сечения характеризует просеивающую способность сита.

При изучении конструкций грохотов необходимо обратить внимание на принцип действия каждого вида грохота. У вибрационных грохотов выяснить способы создания колебаний просеивающей поверхности и уравнивания действия центробежной силы инерции в дебалансных вибровозбудителях. По каждому грохоту необходимо знать преимущества и недостатки, область применения, способ пуска и остановки.

Литература: [1, с. 7–27; 8, с. 5–109; 9, с. 5–73;]

2.2. Вопросы для самопроверки

2.2.1. Перечислить методы определения гранулометрического состава сыпучих материалов.

2.2.2. Дать определение среднему диаметру зерна и перечислить способы его определения.

2.2.3. Сравнить области применения колосниковых решеток, решет со штампованными отверстиями и проволочными сетками.

2.2.4. Дать определение эффективности процесса грохочения.

2.2.5. Перечислить факторы, влияющие на эффективность грохочения.

2.2.6. Дать определение коэффициенту живого сечения.

2.2.7. Сравнить неподвижные колосниковые, валковые, барабанные и цилиндрические грохоты. Указать их область применения, преимущества и недостатки.

2.2.8. В чем разница между вибрационными грохотами с простым дебалансным вибратором и самоцентрирующимися?

2.2.9. Какая отличительная особенность грохотов вибрационных

с прямолинейными вибрациями короба?

2.3. Дробление

При изучении раздела необходимо разобраться в физической основе дробления, законах Кирпичева – Кика, Риттингера, Бонда, Ребиндера и знать область применения каждого закона.

Необходимо рассмотреть типовые схемы дробления по стадиям. Применение открытого и замкнутого цикла дробления.

Параметры, по которым классифицируются дробильные машины, принцип действия, область применения, преимущества и недостатки каждой дробилки. По щековым, конусным и валковым дробилкам надо уметь определять технологические характеристики: угол захвата, число качаний подвижной щеки, скорость вращения эксцентрикового стакана, производительность дробилки и мощность электродвигателя.

При изучении конструкций обратить внимание на устройство и особенности футеровок, способы регулирования различных параметров, предохранение дробилок от поломок при попадании недробимых предметов, способы смазки, порядок пуска и остановки.

Литература [1, 27–47; 8, с. 110–242; 9, с. 74–168]

2.4. Вопросы для самопроверки

2.4.1. Как определить частную и общую степени дробления?

2.4.2. В чем заключается теория дробления? Область применения каждого закона дробления.

2.4.3. По каким признакам осуществляется классификация машин для дробления?

2.4.4. Какие конструктивные и технологические различия щековых дробилок разного типа?

2.4.5. Для какого вида дробления применяют щековые дробилки?

2.4.6. Какие существуют способы предохранения щековых дробилок от поломок при попадании недробимых предметов?

2.4.7. Назвать область применения каждого типа конусных дробилок.

2.4.8. Назвать отличительные особенности конусных дробилок крупного, среднего и мелкого дробления.

2.4.9. Какие существуют приспособления для предупреждения поломки конусных дробилок при попадании недробимых предметов?

2.4.10. Перечислить конструкции валковых дробилок и области их применения.

2.4.11. Назвать преимущества и недостатки валковых дробилок.

2.4.12. В чем заключаются отличительные особенности конструкций молотковых, роторных дробилок и дезинтеграторов?

2.4.13. Каким образом регулируют крупность дробленого продукта в различных дробилках?

2.4.17. Каково назначение футеровочных плит в дробилках?

2.5. Измельчение

При работе над этим разделом необходимо обратить внимание на признаки, по которым проводят классификацию барабанных вращающихся мельниц.

В зависимости от формы барабана различают мельницы цилиндро-конические и цилиндрические. Последние, в свою очередь, бывают трех типов – короткие, длинные и трубные. У коротких мельниц длина меньше диаметра или близка к нему; у длинных – она достигает 2–3 диаметров, а у трубных – длина барабана больше диаметра не менее чем в 3 раза.

В зависимости от вида дробящей среды различают мельницы шаровые, стержневые, галечные и самоизмельчения. У шаровых мельниц дробящая среда представлена стальными или чугунными шарами; у стержневых – стальными стержнями, у галечных – окатанной кремневой галькой, у мельниц самоизмельчения – крупными кусками измельчаемой руды.

В зависимости от способа разгрузки конечного продукта различают мельницы с центральной разгрузкой и разгрузкой через решетку.

Необходимо уяснить, что шаровые и стержневые мельницы широко применяются на обогатительных фабриках для измельчения руд. Стержневые мельницы могут быть использованы как аппараты мелкого дробления перед шаровыми мельницами и для измельчения мелкокрупчатых руд перед гравитационными или электромагнитными процессами обогащения. Галечные мельницы применяются в тех случаях, когда нельзя допустить даже ни-

чтожных примесей железа к измельчаемому материалу. Самоизмельчение успешно конкурирует с измельчением стальной средой и удешевляет процесс рудоподготовки, и иногда улучшает технологические показатели переработки руд.

Обратить внимание на виды футеровок различных деталей мельниц и на скоростные режимы их работы

Необходимо рассмотреть факторы, влияющие на производительность мельниц (измельчаемость руды, крупность исходного и измельченного продукта, степень заполнения мельниц, характеристику дробящей среды, плотность пульпы, циркулирующая нагрузка, скорость вращения барабана).

Литература: [1, с. 47–53; 8, с. 243–361; 9, с. 169–245]

2.6. Вопросы для самопроверки

2.6.1. Назвать существующие классификации мельниц.

2.6.2. Назвать отличия в конструкции мельниц с центральной разгрузкой и разгрузкой через решетку.

2.6.3. Перечислить достоинства и недостатки процесса самоизмельчения.

2.6.4. Назвать особенности конструкций мельниц самоизмельчения.

2.6.5. Назвать скоростные режимы работы мельниц.

2.6.6. Дать определение критической скорости вращения барабана мельниц.

2.6.7. Перечислить виды футеровки шаровых и стержневых мельниц.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Евменова, Г. Л. Подготовительные процессы обогащения: учеб. пособие с грифом УМО / Г. Л. Евменова, КузГТУ. – Кемерово, 2013. – 98 с.

2. Грохочение: материал к лекциям по дисциплине «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению» для студентов очной формы обучения специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых» [Электронный ресурс] / Г. Л. Евменова; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2011. –

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=822>.

3. Дробление измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебное пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых» [Электронный ресурс] / Г. Л. Евменова; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2012. – <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4550>

4. Подготовительные процессы обогащения <http://drobilci.ru/category/podgotovitelnye-processy-obogashheniya/>

Дополнительная:

5. Андреев, Е. Е. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебник / Е. Е. Андреев, О. Н. Тихонов; Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). – Санкт-Петербург, 2007. – 439 с.

6. Классификация методов и процессов обогащения <http://www.coalguide.ru/index.php/obogashchenie-poleznykh-iskopaemykh/257-klassifikatsiya-metodov-i-protsesov-obogashcheniya>

7. Вайсберг, Л. А. Просеивающие поверхности грохотов. Конструкции, материалы, опыт применения / Л. А. Вайсберг, А. Н. Картавый, А. Н. Коровников; под ред. Л. А. Вайсберга. – Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2005. – 252 с.

8. Андреев, С. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учебник для вузов / С. Е. Андреев, В. М. Зверевич, В. А. Перов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Недра, 1980. – 415 с.

9. Перов, В. А. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учеб. пособие для вузов / В. А. Перов, С. Е. Андреев, Л. Ф. Биленко. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Недра, 1990. – 301 с.

10. Евменова, Г. Л. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: пособие по курсовому проектированию учеб. пособие / Г. Л. Евменова, Г. В. Иванов, А. А. Байченко; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2005. – 96 с.

11. Стационарное дробильное оборудование <http://news.ore-crushers.com/zenith/products/index.html>

12. Мельничное оборудование <http://news.ore->

crushers.com/zenith/products/grinding/index.html

13. Серго, Е. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учебник для вузов. – Москва: Недра, 1985. – 285 с.

14. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы / под ред. О. С. Богданова, В. А. Олевского. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Недра, 1982. – 366 с.

15. Дробилки. Конструкции, расчет, особенности эксплуатации / Б. В. Клушанцев, А. И. Косарев [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1990. – 320 с.

4. КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

4.1. Выбор и оформление задания

По курсу «Подготовительные процессы обогащения (дробление, грохочение, измельчение)» студент выполняет контрольное задание, состоящее из задач, представленных ниже. Оформление контрольной работы: формат А4, шрифт Times New Roman, размер – 14 пт, интервал полуторный, параметры страницы – верхнее 1,5 см; нижнее 2 см, слева 3 см, справа 1 см, вставка номера страницы, размером 10 пт, справа в верхнем углу страницы. Условия каждой задачи необходимо полностью набрать перед ее решением. Работа должна содержать решение задач со ссылкой на литературные источники. При этом указывают фамилию автора, название книги, год издания, номер страницы. Варианты задач определяют по последней цифре шифра зачетной книжки, согласно таблице. Контрольная работа должна быть зарегистрирована на кафедре обогащения полезных ископаемых.

Последняя цифра шифра	Вариант
0 – 1	1
2 – 3	2
4 – 5	3
6 – 7	4
8 – 9	5

4.2. Контрольные задачи

4.2.1. Определить коэффициент живого сечения сит с квадратными и прямоугольными отверстиями по данным таблицы.

Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Размер отверстий, мм:					
квадратного a	2,5	2,0	1,0	0,5	0,25
прямоугольного $a \times b$	2,5×4	2×3,5	1×3	0,5×1	0,25×0,5
Диаметр проволок d , мм	0,5	0,5	0,35	0,22	0,13

4.2.2. По результатам ситового анализа построить частные и суммарные характеристики крупности в простых и логарифмических координатах. Найти уравнение Годена–Андреева и средне-взвешенный диаметр для данного сыпучего материала.

Класс, мм	Вариант				
	1	2	3	4	5
	Выход классов, кг				
450–600	8,1	12,3	18,6	3,2	6,8
300–450	12,3	15,8	21,2	16,4	26,1
150–300	17,8	23,6	26,4	19,3	36,2
75–150	20,5	20,1	16,3	20,3	40,4
60–75	43,1	30,2	19,1	26,0	30,6
45–60	51,2	52,8	14,3	17,0	10,8
30–45	68,6	60,7	12,1	12,0	11,3
0–30	120,1	80,6	16,2	11,0	8,1
Итого:					

4.2.3. Определить по различным формулам [1, 3] средний диаметр (d) куса неправильной формы следующих размеров.

Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Размеры куска, мм:					
длина l	12	15	18	21	24
ширина b	7	10	14	17	19
толщина t	4	6	9	12	14

4.2.4. Определить диаметр зерна, проходящего через отверстие решета диаметром d , установленного под углом наклона.

Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Диаметр отверстия, мм	18	25	50	75	100
Толщина решета, мм	5	6	6	6	8
Угол наклона решета, град	25	20	18	15	12

4.2.5. Определить эффективность грохочения по данным таблицы.

Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Содержание нижнего класса в исходном материале, %	52	–	–	40	38
Содержание нижнего класса в надрешетном продукте, %	6	6	8	–	3
Выход подрешетного продукта, %	–	40	–	–	–
Выход надрешетного продукта, %	–	–	58	67	–

4.2.6. Определить производительность вибрационного грохота по следующим данным.

Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Размер сита $B \times L$, мм	1250× 2500	1500× 3000	2000× 4000	1250× 2500	1500× 3000
Размер стороны квадратного отверстия, мм	10	30	100	25	100
Насыпная плотность материала δ , т / м ³	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Содержание в исходном материале зерен, %:					
размером меньше половины размера отверстия сита	40	60	50	40	30
размером больше половины размера отверстия сита	50	30	20	40	10
Эффективность грохочения E , %	80	85	90	80	85
Материал	уголь	руда	уголь	руда	уголь
Влажность материала	влажный	сухая	влажный	сухая	влажный
Сухое или мокрое грохочение	мокрое	сухое	сухое	сухое	мокрое

4.2.7. Определить общую степень дробления при трех последовательных стадиях, условную максимальную крупность продуктов и ширину разгрузочных щелей дробилок по следующим данным:

Вариант	Диаметр максимального куска исходного материала, мм	Частные степени дробления		
		1 стадия	2 стадия	3 стадия
1	1000	4	5	6
2	900	4	6	7
3	800	3	4	5
4	1200	4	5	7
5	1300	4	6	8

4.2.8. Определить технологические параметры щековых дробилок:

а) число качаний подвижной щеки, согласно данным таблицы

Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Ширина приемного отверстия дробилки B , мм	400	600	900	1200	1500

Теоретическое число качаний подвижной щеки (n , об/мин)

$$n = \frac{182,6}{\sqrt{B}},$$

где B – ширина приемного отверстия, м.

б) производительность дробилки и мощность электродвигателя, согласно данным таблицы

Вариант	Размеры приемного отверстия $B \times L$, мм	Максимальная ширина выходной щели b_{\max} , мм	Частота вращения вала n об/мин	Угол захвата α , град
1	400×600	80	250	22
2	600×900	160	225	22
3	900×1200	130	170	22
4	1200×1500	150	135	22
5	1500×2100	160	100	22

Производительность дробилки Q , т/ч:

$$Q \approx 0,1Lb_{\max},$$

где L – длина загрузочного отверстия, см; b_{\max} – максимальная ширина выходной щели, см.

Мощность электродвигателя N , кВт

$$N = cLB,$$

где L – длина, см; B – ширина загрузочного отверстия, см; $c = 1/100$ для дробилок с приемным отверстием размером менее 900×1200 мм, $c = 1/120$ для дробилок с приемным отверстием размером 900×1200 мм и более.

4.2.9. Определить технологические характеристики конусных дробилок для крупного дробления по данным таблицы.

Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Ширина загрузочного отверстия B , мм	500	900	1200	1500	2000
Плотность руды δ , т/м ³	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9
Коэффициент разрыхления k	0,5	0,45	0,4	0,4	0,45

а) скорость вращения эксцентрикового стакана, об/мин:

$$n = \frac{240}{\sqrt{2B+1}};$$

б) производительность, т/ч:

$$Q = 210B^2 \sqrt{2B+1} k\delta,$$

где B – ширина загрузочного отверстия, м; k – коэффициент разрыхления материала при выходе из дробилки; δ – плотность дробимого материала, т/м³.

4.2.10. Определить производительность (Q , т/ч) конусных дробилок среднего дробления

$$Q = 60\pi n S l D k \delta,$$

где n – скорость вращения эксцентрикового стакана, об/мин; S – ширина разгрузочного отверстия, м; l – длина параллельной зоны, м; D – диаметр основания дробящего конуса, м; k – коэффициент разрыхления материала при выходе из дробилки; δ – плотность дробимого материала, т/м³.

Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Диаметр основания дробящего конуса D , мм	2500	2200	1750	1200	900
Скорость вращения эксцентрикового стакана n , об/мин	200	220	245	260	325
Размер разгрузочной щели S , мм	35	30	25	15	12
Длина параллельной зоны l , мм	$0,08D$	$0,08D$	$0,08D$	$0,08D$	$0,08D$
Плотность дробимого материала δ , т/м ³	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
Коэффициент разрыхления материала при выходе из дробилки k	0,3	0,32	0,34	0,35	0,4

4.2.11. Определить массу стальной шаровой и стержневой нагрузок по данным таблицы.

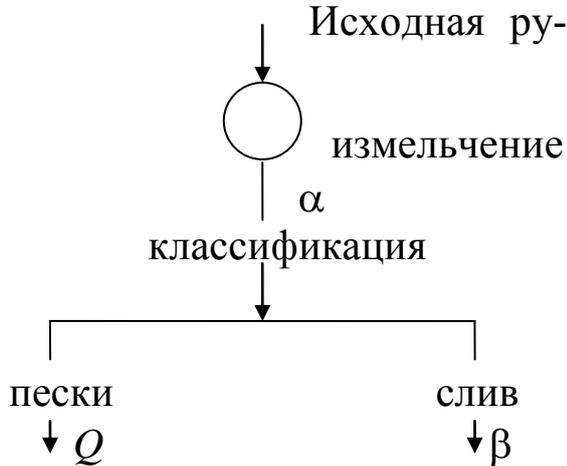
Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Внутренние размеры шаровой мельницы, мм:					
диаметр D	2700	3200	3600	4000	4500
длина L	3600	4500	5000	5000	6000
Внутренние размеры стержневой мельницы, мм:					
диаметр D	2100	2700	3200	3600	4500
длина L	3000	3600	4500	5500	6000
Степень заполнения мелющими телами φ , %	30	33	35	40	45

4.2.12. Определить критическую скорость вращения барабана шаровой мельницы по данным таблицы.

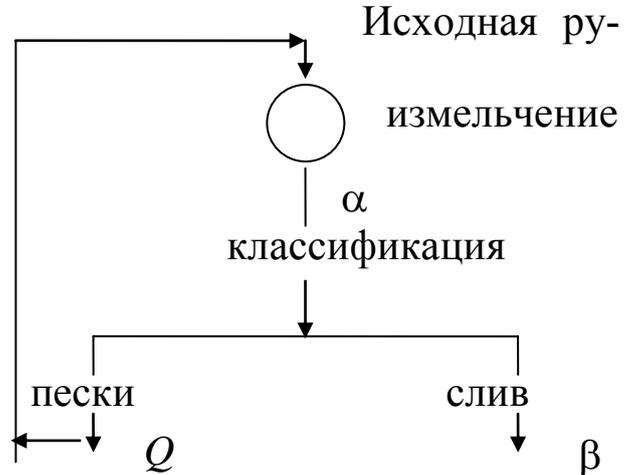
Исходные данные	Вариант				
	1	2	3	4	5
Внутренний диаметр барабана D , мм	2700	3200	3600	4000	4500
Частота вращения барабана n , об/мин	21,0	19,8	18,2	17,2	16,7

4.2.13. Определить выход песков классификатора при открытом цикле измельчения и циркулирующую нагрузку при замкнутом цикле измельчения.

а) открытый цикл



б) замкнутый цикл



Вариант	Содержание расчетного класса, %		
	в загрузке классификатора, α	в сливе классификатора, β	в песках классификатора, Q
1	30	60	10
2	35	70	15
3	40	75	20
4	45	80	25
5	50	85	30

5. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

6.1. Грохочение

5.1.1. Основные понятия и назначение операции грохочения. Класс. Шкала грохочения. Модуль шкалы классификации.

5.1.2. Понятие о крупности.

5.1.3. Средний диаметр куса сыпучего материала и его определение. Стандартные шкалы сит.

5.1.4. Гранулометрический состав. Общее понятие о седиментационном и микроскопическом анализах. Ситовый анализ. Обработка данных ситового анализа.

5.1.5. Частная и суммарная характеристики крупности.

5.1.6. Уравнения характеристик крупности (Область применения

каждого уравнения. Физический смысл членов уравнения): Годена–Андреева, Розина–Раммлера.

5.1.7. Порядок выделения классов при грохочении.

5.1.8. Просеивающая поверхность грохотов: колосниковые решетки, листовые сита (решета), шпальтовые решета, струнные сита, резиновые сита, проволочные сетки, коэффициент живого сечения просеивающей поверхности, способы плетения сеток.

5.1.9. Эффективность процесса грохочения. Определение эффективности грохочения, вывод формулы.

5.1.10. Легкие, трудные и затрудняющие зерна.

5.1.11. Влияние различных факторов на эффективность процесса грохочения: насыпная плотность, геометрическая форма зерен, относительный размер зерен, влажность материала, гранулометрический состав, форма отверстий просеивающей поверхности, размер поверхности грохочения, питание грохота, высота слоя материала, угол наклона просеивающей поверхности, скорость движения зерен по просеивающей поверхности, питание грохота, амплитуда и частота колебаний короба.

5.1.12. Классификация грохотов.

5.1.13. Неподвижные колосниковые грохоты.

5.1.14. Валковые грохоты.

5.1.15. Шнековые грохоты.

5.1.16. Барабанные грохоты: призматические, цилиндрические, ГЦЛ.

5.1.17. Движение материала в цилиндрическом барабанном грохоте.

5.1.18. Вибрационные грохоты с круговыми вибрациями короба: грохот с простым дебалансным вибратором, самоцентрирующиеся грохоты.

5.1.19. Вибрационные грохоты с прямолинейными вибрациями короба: грохот с самобалансным и самосинхронизирующимся вибробвозбудителем, резонансные грохоты, грохот с электромагнитным вибратором.

5.1.20. Дуговые грохоты (безнапорные и напорные).

5.1.21. Цилиндроконические грохоты.

5.1.22. Грохот конический.

5.1.23. Сита OSO.

5.1.24. Плоские гидравлические грохоты.

5.1.25. Грохот типа «LIWELL»

5.1.26. По каждому типу грохота знать устройство, принцип действия, область применения, показатели работы, преимущества и недостатки.

5.1.27. Эксплуатация грохотов.

6.2. Дробление

5.2.1. Сущность процесса дробления.

5.2.2. Законы дробления (Риттенгера, Кирпичева–Кика, Ребиндера, Бонда) и их взаимная связь.

5.2.3. Способы и стадии дробления.

5.2.4. Степень дробления (частная и общая).

5.2.5. Схемы дробления.

5.2.6. Классификация машин для дробления. Эффективность дробления.

5.2.7. Классификация щековых дробилок.

5.2.8. Щековая дробилка с простым движением подвижной щеки. Щековая дробилка со сложным движением щеки. Схема. Принцип действия. Достоинства и недостатки, обозначение. Футеровка щековых дробилок.

5.2.9. Технологические характеристики щековых дробилок: угол захвата, скорость вращения эксцентрикового вала щековой дробилки, производительность, мощность.

5.2.10. Предохранительные устройства в щековых дробилках против поломки при попадании недробимых предметов.

5.2.11. Классификация конусных дробилок. Схема устройства. Особенности конструкции рабочего пространства конусных дробилок.

5.2.12. Конусная дробилка для крупного дробления с механической регулировкой разгрузочной щели.

5.2.13. Конусная дробилка для крупного дробления с гидравлической регулировкой разгрузочной щели.

5.2.14. Конструкция конусных дробилок для среднего и мелкого дробления.

5.2.15. Технологические характеристики конусных дробилок. Угол захвата конусных дробилок, число оборотов эксцентрикового стакана, производительность, мощность.

5.2.16. Предохранительные устройства в конусных дробилках

крупного, среднего и мелкого дробления против поломки при попадании недробимых предметов.

5.2.17. Конусные инерционные дробилки.

5.2.18. Виброщечковые дробилки.

5.2.19. Классификация и область применения валковых дробилок.

5.2.20. Валковая дробилка с гладкими валками.

5.2.21. Двухвалковая дробилка с зубчатыми валками.

5.2.22. Технологические характеристики валковых дробилок. Угол захвата. Соотношение между диаметром максимального куска в исходном материале и диаметром вала.

5.2.23. Предохранение дробилок от поломок при попадании недробимого предмета.

5.2.24. Дробилки ударного действия: молотковые, роторные дробилки, дезинтеграторы. Конструкция. Принцип действия. Классификация. Область применения. Достоинства и недостатки.

5.2.25. Эксплуатация дробилок (Подача исходной руды. Фундамент дробилок. Срок службы деталей. Запуск и остановка дробилок).

5.3. Измельчение

5.3.1. Сущность процесса измельчения и его место в процессах рудоподготовки.

5.3.2. Общие сведения о мельницах, их классификация.

5.3.3. Принцип действия и область применения.

5.3.4. Шаровые мельницы с центральной разгрузкой и разгрузкой через решетку. Стержневые мельницы.

5.3.5. Футеровка шаровых и стержневых мельниц.

5.3.6. Галечные мельницы.

5.3.7. Мельницы самоизмельчения и полусамоизмельчения (типа «Каскад» и «Аэрофол»).

5.3.8. Футеровка для мельниц самоизмельчения. По каждому типу мельниц излагаются схема устройства, принцип действия, область применения, конструкция и технические характеристики.

5.3.9. Питатели: барабанный, улитковый, комбинированный.

5.3.10. Скоростные режимы работы мельницы: каскадный, водопадный, смешанный, критический.

5.3.11. Мелющие тела (дробящая среда).

5.3.12. Коэффициент заполнения мельницы измельчающими те-

лами.

5.3.13. Процесс изнашивания мелющих тел. Догрузка мелющих тел.

5.3.14. Циркуляционная нагрузка.

5.3.15. Пульпа: содержание твердого в пульпе по массе, разжижение, плотность пульпы.

5.3.16. Производительность барабанных мельниц. Единицы измерения производительности мельниц.

5.3.17. Факторы, влияющие на производительность барабанных мельниц.

Составитель
Галина Львовна Евменова

**ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБОГАЩЕНИЯ
(ДРОБЛЕНИЕ, ГРОХОЧЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ)**

Методические указания к самостоятельной работе для обучающихся
специальности 21.05.04 Горное дело, специализации Обогащение
полезных ископаемых, заочной формы обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 27.05.2019. Формат 60×84/16.

Печать офсетная. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. 1,1. Тираж 12 экз. Заказ

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.