

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

**ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ОСНОВЫ ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Методические указания к самостоятельной работе  
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело  
(кроме специализации 06 Обогащение полезных ископаемых)  
заочной формы обучения

Составитель      Г. Л. Евменова

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 41 от 24.06.2019  
Рекомендованы к печати  
учебно-методической комиссией  
специальности 21.05.04 Горное дело  
Протокол № 16 от 24.06.2019  
Электронная копия хранится  
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к самостоятельной работе составлены в соответствии с рабочими программами по дисциплинам «Обогащение полезных ископаемых» и «Основы обогащения и переработки полезных ископаемых».

Несмотря на широкое применение полезных ископаемых в народном хозяйстве, лишь немногие из них встречаются в природе в такой форме и с такой степенью чистоты, которые позволяют употреблять их без предварительной специальной обработки (обогащения).

Обогащением полезного ископаемого (ОПИ) называют совокупность последовательных операций, с помощью которых ценный минерал отделяется от породы или некоторые ценные компоненты отделяются от других ценных компонентов.

Эксплуатация месторождения того или иного полезного ископаемого, как правило, состоит из трех стадий: его добычи, обогащения и последующей переработки или прямого использования полученных при обогащении продуктов, поэтому обогащение полезных ископаемых представляет собой весьма важную отрасль промышленности, и важный раздел технических наук.

В дисциплинах «Обогащение полезных ископаемых» и «Основы обогащения и переработки полезных ископаемых» студенты изучают закономерности разделения полезных ископаемых на ценные компоненты и пустую породу, производственные процессы, и оборудование, применяемое для этих целей.

Технология обогащения полезного ископаемого состоит из ряда последовательных операций, осуществляемых на обогатительной фабрике. Современная обогатительная фабрика – это высокомеханизированное и автоматизированное производство со сложной технологической схемой обработки полезного ископаемого. В настоящее время в России имеются сотни обогатительных фабрик, перерабатывающих различные полезные ископаемые.

Дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» и «Основы обогащения и переработки полезных ископаемых» предназначены для формирования у студентов знаний о способах получе-

ния из добываемых руд товарных продуктов с высоким содержанием полезного компонента, поэтому при изучении данного курса студент должен:

- 1) получить краткие представления о физико-химических свойствах полезных ископаемых;
- 2) выяснить роль обогащения при использовании различных полезных ископаемых;
- 3) освоить методологию и терминологию, используемую при обогащении полезных ископаемых;
- 4) познакомиться с технологическими процессами обогащения полезных ископаемых и оборудованием, применяемого для этих целей.

Изложение материала производится после изучения теоретических общеобразовательных дисциплин: высшей математики, физики, технологии добычи полезных ископаемых открытым и подземным способами.

Данные курсы дают студентам общие представления о процессах обогащения полезных ископаемых и организации работы обогатительных фабрик, рекомендуется изучать дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» и «Основы обогащения и переработки полезных ископаемых» следующим образом:

1. Ознакомиться с программой темы для уяснения объема и последовательности изучения вопросов.
2. Ознакомиться с методическими указаниями по данной теме.
3. Ознакомиться по рекомендуемой литературе с материалом темы и законспектировать основные положения, выводы, записать формулы и т. д.
4. Необходимо научиться схематически изображать основные аппараты и оборудование с тем, чтобы уметь объяснить их конструкцию и принцип действия.
5. После проработки каждой темы необходимо проверить свои знания путем ответов на вопросы для самопроверки, имеющиеся в конце каждой темы методических указаний по дисциплине.

По дисциплине студент должен получить положительную оценку по контрольной работе, выполнить лабораторный практи-

кум и представить все отчеты к нему, ответить на контрольные вопросы и сдать экзамен за полный курс.

## **1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИН «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ» И «ОСНОВЫ ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

Таблица 1

Содержание дисциплин «Обогащение полезных ископаемых»  
и «Основы обогащения и переработки полезных ископаемых»

Номер п/п	Наименование темы	Содержание темы
1	Введение [1–4]	Полезные ископаемые и их роль в отраслях промышленности. Значение процессов обогащения полезных ископаемых
2	Классификация полезных ископаемых и продуктов обогащения [1–4]	Основные понятия. Продукты обогащения свойства. Методы обогащения. Показатели обогащения: выход продуктов обогащения, содержание и извлечение полезного компонента. Виды обогатительных фабрик. Понятие о схемах обогащения
3	Усреднение полезных ископаемых	Необходимость применения усреднения. Усреднение на открытых складах и в бункерах. Оценка качества усреднения
4	Подготовительные процессы переработки полезных ископаемых [1–7]	
4.1	Грохочение	Назначение и виды грохочения. Понятие об эффективности грохочения. Гранулометрический состав сыпучих минералов и методы его определения. Просеивающие поверхности. Факторы, влияющие на процесс грохочения

Продолжение табл. 1

Номер п/п	Наименование темы	Содержание темы
		Классификация грохотов. Устройство и принцип действия: колосниковых, валковых, вибрационных и грохотов. Гидравлические неподвижные грохоты с криволинейной просеивающей поверхностью
4.2	Дробление	Общие сведения о процессе дробления. Физические основы дробления полезных ископаемых. Способы, степень и стадии дробления. Конструкции и принцип действия: щековых, конусных, валковых дробилок и дробилок ударного действия. Область применения
4.3	Измельчение	Назначение процесса измельчения. Классификация мельниц. Конструкции и принцип действия барабанных мельниц. Режимы работы мельниц
5	Основные процессы обогащения [1–7]	
5.1	Гравитационные методы обогащения [1–5]	Основные понятия. Обогащение в тяжёлых средах. Устройство и принцип действия тяжелосредных сепараторов и гидроциклонов. Обогащение отсадкой. Устройство и принцип действия отсадочных машин. Обогащение в потоках воды, текущих по наклонной плоскости
5.2	Флотационные процессы обогащения [1–7]	Физико-механические основы и способы флотации. Типы и назначение флотореагентов. Флотационные машины. Технология флотации

Продолжение табл. 1

Номер п/п	Наименование темы	Содержание темы
5.3	Магнитные методы обогащения [1–4]	Физические основы магнитных методов обогащения. Классификация минералов по магнитным свойствам. Магнитные сепараторы: классификация, принцип действия
5.4	Электрические методы обогащения [3, 4]	Физические основы электрических методов обогащения. Факторы, влияющие на электросепарацию. Конструкции электрических сепараторов
5.5	Специальные методы обогащения [3, 4]	Ручная и механизированная рудоразборка и породовыборка. Обогащение по различию в коэффициентах трения и форме зерен. Обогащение на жировых поверхностях. Избирательное дробление и декрипитация. Химические методы обогащения
6	Вспомогательные процессы обогащения [1–5, 7]	Обезвоживание. Виды влаги. Методы обезвоживания: дренирование, обезвоживание на грохотах, сгущение, фильтрование, центрифугирование, термическая сушка

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### 2.1. Введение

Изучая данный раздел, необходимо уяснить роль обогащения при использовании полезных ископаемых в народном хозяйстве.

Обогащение – обработка добываемых полезных ископаемых путем удаления минеральных примесей, которая осуществляется на обогатительных фабриках.

На этих предприятиях руду подвергают последовательным процессам переработки, которые по назначению в технологиче-

ском цикле фабрики разделяются на подготовительные, собственно обогатительные и вспомогательные.

*К подготовительным операциям* относят процессы дробления, измельчения и грохочения.

*К основным методам обогащения полезных ископаемых* относят гравитационный, флотационный и магнитный.

*К вспомогательным процессам* относят процессы удаления воды из углепродуктов: сгущение, механическое обезвоживание на грохотах, фильтрование, термическая сушка.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

*1. Дать определение процессу обогащения полезных ископаемых.*

*2. На каких предприятиях реализуется процесс обогащения полезных ископаемых?*

*3. Назвать основные, подготовительные и вспомогательные операции при обогащении.*

## **2.2. Классификация полезных ископаемых и продуктов обогащения**

Изучая эту тему, важно сформировать понятие об основных группах полезных ископаемых и важнейших минералах, встречающихся в наиболее распространенных рудах. Необходимо уяснить основные методы обогащения полезных ископаемых, знать на различии каких свойств минералов основан тот или иной метод обогащения. Необходимо твердо усвоить обогатительную терминологию (исходное питание, концентрат, промежуточный продукт, отходы, выход, извлечение и т. п.). Студент должен представлять технологические схемы обогащения, знать, какие операции относятся к основным, какие к подготовительным и какие к вспомогательным.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

*4. На какие три основные группы делятся полезные ископаемые?*

*5. Понятие о рудах, вкрапленных и сплошных, в чем их различие?*

6. Назвать основные методы обогащения.

7. Дать определение продуктам обогащения: концентрату, промпродукту, хвостам.

8. Написать формулу для определения выхода концентрата, степени извлечения полезного компонента из руды в концентрат.

9. Дать определение качественной и количественной схемам обогащения полезного ископаемого, схеме цепи аппаратов.

### **2.3. Усреднение полезных ископаемых**

Руда, поступающая на обогатительную фабрику, в большинстве случаев представляет собой разнородную по вещественному составу и крупности массу, что не позволяет вести технологический процесс в оптимальном режиме и снижает показатели обогащения. Кроме того, становится невозможным ввести автоматизацию процесса обогащения, что в конечном итоге повышает себестоимость продукции. Поэтому руду усредняют – добиваются того чтобы руда по возможности была близка по качеству, т. е. содержание полезного компонента было в массе равномерным.

Процесс, включающий комплекс технологических операций и организационных мероприятий, направленных на повышение однородности качественного состава, добываемого полезного ископаемого, называется усреднением.

Усреднение добытых полезных ископаемых перед их переработкой осуществляют двумя способами: штабельным складированием на открытых и закрытых складах; бункерным или полубункерным складированием.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего необходим процесс усреднения полезных ископаемых?

2. Где производят процесс усреднения руды, угля?



## **2.4. Подготовительные процессы переработки полезных ископаемых**

### **2.4.1. Грохочение**

Изучение данной темы необходимо начать со знакомства с методикой проведения ситового анализа. Необходимо уяснить терминологию, относящуюся к данной теме (надрешетный и подрешетный продукты, класс крупности); как влияет форма частиц на качество грохочения; какие зерна называются трудными, что такое эффективность грохочения. Следует также знать, какие типы грохотов применяют для разделения полезного ископаемого по крупности; каков принцип их действия; от каких факторов зависит эффективность грохочения.

[2, с. 64-103, с. 157-172;]

Вопросы для самопроверки

1. *Назвать метод определения гранулометрического состава сыпучих материалов на обогатительных фабриках.*
2. *Какой процесс называют грохочением?*
3. *Какие продукты получают в результате грохочения полезного ископаемого?*
4. *Дать определение эффективности грохочения.*
5. *Перечислить факторы, влияющие на эффективность грохочения.*
6. *Назвать основные типы грохотов и область их применения.*

### **2.4.2. Дробление полезных ископаемых**

В этом разделе необходимо уяснить, с какой целью производятся операции дробления того или иного полезного ископаемого; какие существуют способы (виды) дробления. Необходимо знать типы применяемых для дробления полезных ископаемых дробилок, принцип их действия и конструктивные особенности, уметь схематично изображать конструкцию того или иного дробильного агрегата с указанием движения потока материала; знать факторы, влияющие на производительность и степень дробления того или иного аппарата.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

1. *Дать определение процессу дробления полезных ископаемых.*
2. *С какой целью производится дробление полезных ископаемых?*
3. *Чем определяется необходимая крупность дробления?*
4. *Какие имеются способы дробления?*
5. *Дать определение степени дробления.*
6. *Почему, как правило, применяется стадийное дробление?*
7. *Назвать область применения различных типов дробилок.*
8. *Объяснить устройство и работу щековых, конусных дробилок.*

### **2.4.3. Измельчение**

В этом разделе необходимо уяснить, с какой целью производятся операции измельчения полезного ископаемого. Необходимо знать типы мельниц, применяемых для измельчения полезных ископаемых, принцип их действия и конструктивные особенности, а также режимы работы мельниц.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

1. *Дать определение процессу измельчения полезных ископаемых?*
2. *Чем отличается процесс измельчения от процесса дробления?*
3. *Объяснить устройство и работу шаровой мельницы.*
4. *Объяснить процесс самоизмельчения, и в каких мельницах он реализуется.*
5. *Дать определение критическому числу оборотов мельницы.*

## **2.5. Основные процессы обогащения**

### **2.5.1. Гравитационные методы обогащения**

Гравитационные методы обогащения, основанные на использовании различия в плотности разделяемых компонентов,

нашли широкое применение при обогащении углей, железных марганцовых, хромовых руд, руд редких металлов (вольфрама, олова и др.), руд цветных металлов.

Студенту следует рассмотреть основные методы гравитационного обогащения: обогащение в тяжелых суспензиях, гидравлическую отсадку, Обогащение в потоках воды, текущих по наклонной плоскости (обогащение на концентрационных столах и спиральных сепараторах).

Необходимо знать область применения того или иного вида гравитационного обогащения; уяснить основные закономерности гравитационных методов обогащения.

При изучении процесса отсадки необходимо знать, как происходит процесс разделения полезного ископаемого в зависимости от его плотности; как устроена отсадочная машина. Необходимо научиться изображать принципиальную схему отсадочной машины.

При изучении процесса обогащения в тяжелых суспензиях необходимо знать, что представляет собой суспензия, какие требования предъявляются к утяжелителям и какие утяжелители применяют для приготовления тяжелых суспензий. Каковы свойства тяжелых суспензий и область их применения. Необходимо знать основные типы сепараторов, применяемые для обогащения углей и руд в тяжелых суспензиях. Студент должен ознакомиться с процессом регенерации суспензий.

При изучении процесса обогащения на концентрационных столах и спиральных сепараторах необходимо знать основы процесса обогащения в потоках воды, текущих по наклонной плоскости, принцип действия машин, конструктивные особенности и факторы, влияющие на их работу.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

- 1. На использовании каких закономерностей основаны гравитационные процессы обогащения?*
- 2. Изобразить схематично конструкции отсадочных машин и объяснить их принцип действия.*
- 3. Какие силы действуют на частицы материала, находящиеся на деке концентрационного стола?*

4. Назвать область применения концентрационных столов.
5. Объяснить работу концентрационных столов.
6. Что представляет собой тяжелая суспензия, каким требованиями она должна отвечать?
7. В чем сущность процесса обогащения полезных ископаемых в тяжелых суспензиях, в чем его преимущество?
8. Перечислить конструкции тяжелосредных сепараторов.

### **2.5.2. Флотационные методы обогащения**

Из всех разновидностей флотационного обогащения (пленочная, масляная флотация и т. д.) наибольшее распространение получил процесс пенной флотации.

Флотационный процесс в настоящее время является важнейшим методом обогащения полезных ископаемых. Свыше 90 % руд цветных металлов обогащается флотацией. Этот процесс является основным для обогащения руд редких металлов, некоторых неметаллических полезных ископаемых (апатит и т. п.), а также для обогащения угольной мелочи.

Флотационный процесс основан на избирательном прилипании к поверхности воздушных пузырьков минеральных частиц, взвешенных в воде.

При изучении данной темы необходимо обратить внимание на физико-химические основы процесса флотации, на смачиваемость минералов, величину краевого угла смачивания и его влияние на степень флотируемости минеральной частицы. Необходимо уяснить роль реагентов в процессе флотации, знать их классификацию и основные формулы.

Следует обратить особое внимание на технологию процесса флотации, знать типы флотационных машин и объяснять принцип их работы.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

1. Рассказать о масляной, пленочной и пенной флотации?
2. На каком явлении основан процесс флотации?
3. Чем определяется степень смачиваемости поверхности твердого тела?

4. *Как влияет величина краевого угла смачивания на условия прилипания минеральной частицы к пузырьку воздуха?*
5. *Какова роль реагентов в процессе флотации?*
6. *На какие классы разделяют реагенты в зависимости от выполняемых ими в процессе флотации функций?*

### **2.5.3. Магнитные методы обогащения**

Магнитный метод обогащения основан на различии магнитных свойств минералов и применяется главным образом для обогащения железных и марганцевых руд. Этот метод находит также применение для доводки некондиционных концентратов руд редких металлов.

При изучении этой темы необходимо использовать знания физики по магнетизму и электромагнетизму.

По отношению к магнитному полю все минералы разделяются на три группы (сильномагнитные, слабомагнитные и немагнитные). В зависимости от этого они обогащаются в магнитном поле различной напряженности. Необходимо ознакомиться с конструкциями основных сепараторов, применяемых при магнитном обогащении минералов с различными магнитными свойствами. Необходимо знать принцип работы сепараторов.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

1. *На каких свойствах минералов основано магнитное обогащение?*
2. *Назвать физические основы магнитного обогащения.*
3. *Назвать основное оборудование для реализации магнитного обогащения минералов объяснить принцип работы.*

### **2.5.4. Электрические методы обогащения**

Электростатическое (электрическое) обогащение основано на различной электропроводности минералов. Оно применяется для доводки некондиционных концентратов руд редких металлов, для обогащения некоторых видов неметаллических полезных ископаемых.

В этом разделе необходимо усвоить основные закономерности электрического обогащения, знать принципиальное устройство электрического сепаратора и принцип его действия.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

*1. В каком случае применяют электрический метод обогащения?*

*2. На чем основывается электрический метод обогащения минералов?*

*3. Изобразить принципиальную схему устройства электрического сепаратора, объяснить его работу.*

### **2.5.5. Специальные методы обогащения**

В этом разделе необходимо ознакомиться с методами обогащения, основанными на различии в цвете, блеске, форме разделяемых минералов, на различии в их крепости, растрескивании при их нагревании и охлаждении, различии в коэффициенте трения и т. п.

Необходимо разобрать методы ручной и механизированной рудоразборки и породовыборки, избирательного дробления и декрипитации, методы обогащения по трению и форме зерен.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

*1. На чем основаны и как осуществляются ручная и механизированная рудоразборка и породовыборка?*

*2. Что такое избирательное дробление и декрипитация?*

*3. Как осуществляется разделение минералов по трению и форме зерен?*

### **5.6. Обезвоживание продуктов обогащения, пылеулавливание**

Процесс удаления воды из продуктов обогащения, полученных в результате мокрых процессов обогащения, носит название обезвоживания. При удалении запыленного воздуха из помещения обогатительной фабрики в атмосферу производится его очистка или пылеулавливание.

При изучении данной темы необходимо знать, какими методами обезвоживается материал в зависимости от его крупности и исходной влажности, какие аппараты применяются для этой цели, для чего применяют процессы сгущения и в чем они осуществляются, следует обратить внимание на обезвоживание методом фильтрации, на сушку как последнюю стадию обезвоживания. Знать устройство и работу сушильных установок.

Необходимо знать аппараты и способы пылеулавливания и очистки запыленного воздуха.

[2, с. 64-103, с. 157-172]

Вопросы для самопроверки

1. Назвать основные способы обезвоживания продуктов обогащения и аппараты, применяемые для этой цели. Рассказать об их устройстве, принципе действия.

2. С какой целью применяют операции сгущения, какая аппаратура используется при этом?

3. В чем заключается обезвоживание методом фильтрации?

4. Что такое термическая сушка? Объяснить устройство и работу сушильных установок.

5. Объяснить процесс пылеулавливания. Какие аппараты применяют при этом?

### 3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Авдохин, В. М. Обогащение углей. Т. 1. Процессы и машины: учебник для вузов. – Москва: Горная книга, 2012. – 424 с.

2. Клейн, М. С. Технология обогащения углей [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых» / М. С. Клейн, Т. Е. Вахонина; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. обогащения полез. ископаемых. – Кемерово, 2011. – 128 с.

3. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т. 2. Технология обогащения полезных ископаемых : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Обогащение полезн. ископаемых» направления подгот. дипломиру.

специалистов «Горн. дело» / Моск. гос. горн. ун-т. – Москва: Издательство МГГУ, 2006. – 310 с.

Дополнительная:

4. Абрамов, А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т. 1. Обогащительные процессы и аппараты: учебник для вузов. – Москва: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2004. – 470 с.

5. Абрамов, А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т. 1. Обогащительные процессы и аппараты: учебник для вузов. – Москва: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2001.– 411 с.

6. Евменова, Г. Л. Технология обогащения полезных ископаемых: практические занятия: учеб. пособие / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2006. – 75 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90091&type=utchposob:common>

7. Обогащение полезных ископаемых. Комплексное использование сырья, продуктов и отходов обогащения [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 090200 «Подзем. разработка месторождений полезных ископаемых» / А. В. Ремезов [и др.]; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т». – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2006. – 327 с. / <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90181&type=utchposob:common/>

## **4. КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

### **4.1. Выбор и оформление задания**

По дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» или «Основы обогащения и переработки полезных ископаемых» 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 темы и задачи необходимо полностью набрать перед их раскрытием и решением. Работа должна ссылаться на литературные источники. При этом указы-



вают фамилию автора, название книги, год издания, номер страницы. Варианты тем и задачи определяют по последней цифре шифра зачетной книжки, согласно табл. 3.

Таблица 3

### Варианты заданий

Последняя цифра шифра	Номер темы	Номер варианта задачи
0 – 1	1, 6, 11, 17	1
2 – 3	2, 7, 12, 18	2
4 – 5	3, 8, 13, 19	3
6 – 7	4, 9, 15, 20	4
8 – 9	5, 10, 16, 21	5

## 4.2. Контрольные темы

1. Назначение процесса обогащения полезных ископаемых. Основные технологические показатели обогащения.
2. Основные цеха и отделения обогатительных фабриках.
3. Технологическая схемы обогащения (качественная, количественная, схема цепи аппаратов).
4. Грохоты для предварительного грохочения полезных ископаемых (выбрать любой тип, описать устройство и принцип действия).
5. Грохоты для разделения угля на классы (выбрать любой тип, описать устройство и принцип действия).
6. Грохоты для обезвоживания и обесшламливания полезных ископаемых (выбрать любой тип, описать устройство и принцип действия).
7. Валковые дробилки (область применения, устройство, принцип действия).
8. Щековые дробилки (область применения, устройство, принцип действия).
9. Молотковые дробилки (область применения, устройство, принцип действия).
10. Обогащение угля в тяжелых средах и основное оборудование, применяемое для этой цели.
11. Обогащение угля методом отсадки и основное оборудование, применяемое для этой цели.

12. Обогащение полезных ископаемых методом флотации и основное оборудование, применяемое для этой цели.

13. Перечислить основные операции при обогащении коксующихся марок углей.

14. Перечислить основные операции при обогащении энергетических марок углей.

15. Описать операции и основное оборудование в отделении углеподготовки.

16. Обезвоживание центрифугирования и основное оборудование, применяемое для этой цели.

17. Обезвоживание концентрата методом фильтрации и основное оборудование, применяемое для этой цели.

18. Назначение процесса термической сушки концентрата. Указать основное оборудование.

19. Назначение операций обезвоживания. Виды влаги.

20. Обезвоживание продуктов обогащения методом дренирования. Механическое обезвоживание.

21. При обогащении  $Q_{исх}$  (т) рядового угля получено  $Q_k$  (т) концентрата,  $Q_{пп}$  (т) промпродукта,  $Q_o$  (т) отходов. Согласно данным табл. 4 определить выходы продуктов обогащения:  $\gamma_k$ ,  $\gamma_{пп}$ ,  $\gamma_o$ . [6, с. 32].

Таблица 4

Исходные данные для решения задачи № 21

Вариант	Масса исходного питания $Q_{исх}$ , т	Масса продуктов обогащения, т	
		концентрата $Q_k$	промпродукта $Q_{пп}$
1	5600	4201,6	224
2	4100	3076,4	164
3	3300	2500,7	132
4	5300	3979,2	212
5	4700	3527,8	188

*Выходом продукта обогащения* называется отношение массы полученного продукта ( $Q$ ) к массе переработанного исходного сырья ( $Q_{исх}$ ). Выход выражается в процентах или долях единицы и обозначается греческой буквой  $\gamma$  (гамма). Например, выход кон-

центрата  $\gamma_k$  (%) и отходов  $\gamma_{отх}$  (%) и промпродукта  $\gamma_{пп}$  (%) можно определить по формулам

$$\gamma_k = \frac{Q_k}{Q_{исх}} 100, \quad \gamma_{отх} = \frac{Q_{отх}}{Q_{исх}} 100, \quad \gamma_{пп} = \frac{Q_{пп}}{Q_{исх}} 100,$$

Так как сумма выходов конечных продуктов обогащения равна выходу исходного сырья, принимаемому за 100 %, можно составить баланс переработанного материала:

$$Q_{исх} = Q_k + Q_{отх} + Q_{пп}, \quad \text{или} \quad \gamma_{исх} = \gamma_k + \gamma_{отх} + \gamma_{пп}$$

Зная, что  $\gamma_{исх} = 100$  %, запишем первое балансное уравнение

$$\gamma_k + \gamma_{отх} + \gamma_{пп} = 100.$$

Количество полученных отходов:

$$Q_{отх} = Q_{исх} - Q_k - Q_{пп}$$

## 5. ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Назначение и роль процесса обогащения полезных ископаемых.
2. Понятие ОПИ и основные объекты.
3. Технологические показатели процесса ОПИ.
4. Усреднение ПИ (на открытых складах в бункерах)
5. Гранулометрический состав и метод его определения.
6. Процесс грохочения и его место в ОПИ.
7. Виды грохочения.
8. Эффективность процесса грохочения и факторы, влияющие на этот показатель.
9. Виды просеивающих поверхностей.
10. Грохоты, их классификация.
11. Неподвижный колосниковый грохот.
12. Барабанный грохот.
13. Неподвижные грохоты с криволинейной поверхностью (гидравлические грохоты): дуговые, конические.
14. Вибрационные грохоты (инерционные и самобалансные).
15. Назначение, сущность и основные параметры процессов дробления и измельчения.
16. Машины для дробления.

17. Щековые дробилки.
18. Конусные дробилки.
19. Валковые дробилки.
20. Молотковые дробилки.
21. Устройство и принцип работы барабанных мельниц.
22. Методы, процессы и продукты ОПИ.
23. Гравитационные методы обогащения.
24. Обогащение в тяжелых средах.
25. Устройство и принцип действия тяжелосредных сепараторов и гидроциклонов.
26. Свойства суспензии
27. Регенерация суспензии.
28. Обогащение на концентрационных столах.
29. Процесс отсадки.
30. Отсадочные машины.
31. Процесс флотации и его разновидности.
32. Флотационные реагенты и их классификация.
33. Флотационные машины.
34. Магнитное обогащение (магнитное поле, его параметры, поведение минералов, сепараторы для магнитного обогащения).
35. Электрический метод обогащения и аппараты.
36. Специальные методы обогащения ПИ (рудоразборка, породовыборка, радиометрический метод, избирательное дробление, декрипитация, обогащение по трению форме и упругости).
37. Химические методы обогащения.
38. Обезвоживание и его место в процессе ОПИ.
39. Характеристика способов обезвоживания.
40. Обезвоживание дренированием.
41. Обезвоживание на грохотах.
42. Обезвоживание на центрифугах.
43. Обезвоживание методом фильтрования (на дисковых вакуум фильтрах и ленточных пресс-фильтрах).
44. Процесс сгущения и аппараты.
45. Термическая сушка (барабанные сушилки, трубы-сушилки).

Составитель  
Галина Львовна Евменова

**ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ОСНОВЫ ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Методические указания к самостоятельной работе  
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело  
(кроме специализации 06 Обогащение полезных ископаемых)  
заочной формы обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 05.11.2019. Формат 60×84/16.

Печать офсетная. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 30 экз. Заказ

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

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