

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»



**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель приемной комиссии

А.Н. Яковлев

« 28 » 10 2022 г.

Председатель экзаменационной  
комиссии

К.С. Костиков

« 28 » 10 2022 г.

**ПРОГРАММА**

вступительных испытаний для поступающих в аспирантуру  
по научной специальности  
2.8.9. Обогащение полезных ископаемых

Кемерово 2022

## 1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых, разработана на основании федеральных образовательных стандартов высшего образования специалитета и одобрена на заседании кафедры Обогащения полезных ископаемых.

1.2. Вступительные испытания для поступающих в аспирантуру проводятся с целью определения степени готовности поступающего к освоению основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых.

1.3. Для всех поступающих обязательным является прохождение вступительного испытания в письменной форме, которое включает основные дисциплины, формирующие знания в области обогащения минерального сырья: физико-химические свойства минералов, технологические показатели обогащения, классификация и грохочение руд по крупности, методы обогащения, технология обогащения полезных ископаемых, вспомогательные процессы обогащения, с привлечением необходимого материала из курсов химии и физики.

1.4. Экзамен проводится с использованием экзаменационных билетов. Экзаменационные билеты разрабатываются кафедрой обогащения полезных ископаемых на основании федерального государственного образовательного стандарта к уровню подготовки специалиста и утверждаются председателем приемной комиссии.

1.5. Каждый экзаменационный билет содержит два вопроса, на которые необходимо дать развернутые и полные ответы. Поступающие на выданных листах бумаги в правом верхнем углу от руки пишут свою фамилию, по центру – номер билета и в порядке очередности – формулировку вопросов билета и ответы на них. Письменные ответы делаются в произвольной форме.

1.6. Результаты вступительного испытания оцениваются по **100-балльной шкале**. Общее количество баллов распределяется следующим образом: каждый вопрос – не более **50 баллов**. Минимальный пороговый балл для прохождения вступительного испытания в письменной форме составляет **50 баллов**.

**2. Перечень экзаменационных вопросов для вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых**

***Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению***

1. Назначение операции грохочения. Виды и схемы грохочения.
2. Эффективность процесса грохочения. Факторы, влияющие на эффективность грохочения.
3. Сущность процесса дробления и его виды.
4. Классификация дробилок.
5. Барабанные мельницы. Классификация.
6. Схемы измельчения.

***Гравитационные методы обогащения***

7. Свободное и стесненное движение тел в среде.
8. Конструкции классификаторов и гидроциклонов.
9. Классификация гравитационных методов обогащения.
10. Обогащение в тяжелых средах.
11. Обогащение полезных ископаемых методом отсадки.
12. Обогащение на концентрационных столах и на винтовых сепараторах.

***Флотационные методы обогащения***

13. Виды флотационных процессов в зависимости от рода фаз, на поверхности которых происходит взаимодействие.
14. Кинетика элементарного акта флотации.
15. Гидратные слои, их свойства и влияние на процесс взаимодействия частиц с реагентами.
16. Классификация флотореагентов в зависимости от их роли при пенной флотации.
17. Механизм действия оксигидрильных и сульфгидрильных собирателей.
18. Механизм действия реагентов-депрессоров.
19. Роль реагентов вспенивателей при флотации.
20. Механизм действия аполярных реагентов собирателей.
21. Классификация флотационных машин и требования, предъявляемые к ним.

***Вспомогательные процессы***

22. Классификация методов обезвоживания продуктов обогащения. Факторы, влияющие на эффективность обезвоживания.
23. Факторы, влияющие на эффективность обезвоживания
24. Устойчивость суспензий. Силы, действующие на твердую фазу суспензий.
25. Коагуляция и флокуляция суспензий.

26. Установки для приготовления растворов флокулянтов.
27. Фильтры избыточного давления и вакуум-фильтры. Факторы, влияющие на эффективность работы фильтров.
28. Классификация центрифуг, область применения.
29. Сушка продуктов обогащения.
30. Классификация систем пылеулавливания.

### ***Контроль технологических процессов обогащения***

31. Минимальная масса пробы для различных видов анализа.
32. Контроль и управление процессами обогащения углей.
33. Способы перемешивания пробы
34. Отбор проб из потока.

### ***Технология обогащения полезных ископаемых***

35. Оценка обогатимости углей
36. Очистка шламовых вод углеобогащения
37. Процессы обогащения углей
38. Флотация угольных шламов.
39. Выбор и обоснование схемы обогащения углей.

## **3. Содержание программы вступительных испытаний для поступающих в аспирантуру по научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых**

### **Вопрос 1. Назначение операции грохочения. Виды грохочения. Схемы грохочения**

Грохочение это процесс разделения сыпучего материала по крупности с помощью просеивающей поверхности с калиброванными отверстиями.

### **Вопрос 2. Эффективность процесса грохочения. Факторы, влияющие на эффективность грохочения**

Эффективность грохочения характеризует полноту разделения смеси зерен по крупности на просеивающей поверхности.

### **Вопрос 3. Сущность процесса дробления и его виды**

Процессы дробления и измельчения применяются для доведения минерального сырья до необходимой крупности.

### **Вопрос 4. Классификация дробилок**

Классификация дробильного оборудования основана на принципе их действия, т.е. на способе разрушения материала.

### **Вопрос 5. Барабанные мельницы. Классификация**

Измельчение полезных ископаемых осуществляется в барабанных мельницах и мельницах самоизмельчения.

#### **Вопрос 6. Схемы измельчения**

Измельчение производится в открытых, замкнутых или полужамкнутых циклах при одно- или многостадийных схемах.

#### **Вопрос 7. Свободное и стесненное движение тел в среде**

Гидравлическая классификация основана на закономерностях движения минеральных частиц в водной среде, которое осуществляется в условиях свободного и стесненного падения.

#### **Вопрос 8. Конструкции классификаторов и гидроциклонов**

Гидравлическая классификация осуществляется в классификаторах (с механической разгрузкой зернистой части и самотеком) и в гидроциклонах.

#### **Вопрос 9. Классификация гравитационных методов обогащения**

При гравитационном обогащении разделение минеральных частиц обусловлено различием в характере и скорости их движения в водной или воздушной средах под действием сил тяжести и сил сопротивления.

#### **Вопрос 10. Обогащение в тяжелых средах**

При обогащении в тяжелых средах происходит разделение полезных ископаемых по плотностям составляющих компонентов в гравитационном или центробежном полях в среде промежуточной плотности.

#### **Вопрос 11. Обогащение полезных ископаемых методом отсадки**

Процесс отсадки заключается в разделении смеси зерен полезного ископаемого по плотности в вертикальных пульсирующих потоках в водной или воздушной средах.

#### **Вопрос 12. Обогащение на концентрационных столах и на винтовых сепараторах**

Обогащение на концентрационных столах и на винтовых сепараторах основано на закономерностях движения минеральных зерен в струе воды, текущей по наклонной плоскости.

#### **Вопрос 13. Виды флотационных процессов в зависимости от рода фаз, на поверхности которых происходит взаимодействие**

Известны следующие разновидности флотационного процесса: пленочная, масляная, пенная флотация и пенная сепарация.

#### **Вопрос 14. Кинетика элементарного акта пенной флотации**

Основу пенной флотации составляет элементарный акт прилипания минеральной частицы к воздушному пузырьку в водной среде.

**Вопрос 15. Гидратные слои, их свойства и влияние на процесс взаимодействия частиц с реагентами**

Молекулы воды являются активными участниками взаимодействия реагентов с минералами, вступают с ними в непосредственный контакт, образуя упорядоченные гидратные слои.

**Вопрос 16. Классификация флотореагентов в зависимости от их роли при пенной флотации**

По характеру воздействия на процесс флотации реагенты подразделяются на собиратели, пенообразователи, активаторы, подавители и регуляторы среды.

**Вопрос 17. Механизм действия оксигидрильных и сульфгидрильных собирателей**

В основу действия гетерополярных собирателей положена способность полярной части их молекул вступать во взаимодействие с ионами поверхностного слоя минерала.

**Вопрос 18. Механизм действия реагентов-депрессоров**

Большинство реагентов-депрессоров являются неорганическими соединениями-электролитами и применяются для повышения избирательности флотационного процесса.

**Вопрос 19. Роль реагентов вспенивателей при флотации**

Вспениватели концентрируясь на поверхности раздела «жидкость-газ» способствуют сохранению дисперсности воздушных пузырьков и повышают прочность пены.

**Вопрос 20. Механизм действия аполярных реагентов собирателей**

Аполярные собиратели состоят из углеводов и закрепляются на поверхности минералов в результате физической адсорбции.

**Вопрос 21. Классификация флотационных машин и требования, предъявляемые к ним**

Флотация осуществляется во флотационных машинах, в которых происходит аэрация и перемешивание пульпы, минерализация пузырьков воздуха, образование и удаление минерализованной пены.

**Вопрос 22. Классификация методов обезвоживания продуктов обогащения**

Процессы обезвоживания применяют для удаления избыточной влаги из продуктов обогащения.

**Вопрос 23. Факторы, влияющие на эффективность обезвоживания**

Эффективность обезвоживания продуктов обогащения зависит в основном от их крупности, гранулометрического состава и влажности.

**Вопрос 24. Устойчивость суспензий. Силы, действующие на твердую фазу суспензий**

Сгущение основано на естественном осаждении в воде минеральных частиц под действием сил тяжести и происходит в соответствии с законами стесненного падения частиц в среде.

**Вопрос 25. Коагуляция и флокуляция суспензий**

Для интенсификации процессов обезвоживания шламов применяют добавки в пульпу реагенты-коагулянты и флокулянты.

**Вопрос 26. Установки для приготовления растворов флокулянтов**

Флокулянты используют в виде разбавленных растворов, приготовление которых осуществляют по схемам, предотвращающим деструкцию полимеров.

**Вопрос 27. Фильтры избыточного давления и вакуум-фильтры. Факторы, влияющие на эффективность работы фильтров**

Фильтрация пульпы заключается в отделении воды от твердой фазы с помощью пористой фильтрующей перегородки за счет разности давлений по обе стороны перегородки.

**Вопрос 28. Классификация центрифуг, область применения**

Обезвоживание мелких мокрых продуктов и разделение суспензий на твердую и жидкую фазы осуществляют в фильтрующих и осадительных центрифугах.

**Вопрос 29. Сушка продуктов обогащения**

Сушка продуктов обогащения является процессом обезвоживания, основанным на испарении влаги в окружающую среду при нагревании.

**Вопрос 30. Классификация систем пылеулавливания**

Отделение пыли от газа производится различными способами: осаждением под действием сил тяжести, инерции, электрических сил, фильтрацией, смачиванием пыли жидкостью.

**Вопрос 31. Минимальная масса пробы для различных видов анализа**

Минимальной называется проба наименьшей массы при заданном способе отбора пробы, сохраняющая свойства опробуемого материала.

**Вопрос 32. Контроль и управление процессами обогащения углей**

Контроль технологических процессов – это определение методом опробования показателей, определяющих эффективность процесса и оценка на этой основе состояния процесса.

### **Вопрос 33. Способы перемешивания пробы**

Перемешивание пробы обеспечивает равномерное распределение материала в пробе и необходимо при сокращении ее на одну или несколько частей.

### **Вопрос 34. Отбор проб из потока**

Отбор проб из потока производят методами поперечных и продольных сечений.

### **Вопрос 35. Оценка обогатимости углей**

Обогатимость характеризует способность углей к разделению на соответствующие продукты и может производиться графическими и аналитическими методами.

### **Вопрос 36. Очистка шламовых вод углеобогащения**

Производится с целью обеспечения технологических процессов относительно чистой оборотной водой и получения из шламов товарного продукта.

### **Вопрос 37. Процессы обогащения углей**

Большая часть углей обогащается гравитационными методами, в которых используется различие в плотности угля и породы.

### **Вопрос 38. Флотация угольных шламов**

Флотация является единственным методом обогащения угольных шламов и используется в схемах очистки шламовых вод обогатительных фабрик.

### **Вопрос 39. Выбор и обоснование схемы обогащения углей**

На выбор схемы обогащения углей влияют свойства обогащаемого угля, требования к качеству товарных продуктов, экономический фактор и экологические требования охраны окружающей среды.

## **4. Список рекомендуемой литературы**

1. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: Учебник для вузов. В 2-х т. Т. I. Обоганительные процессы и аппараты: – М.: Изд-во МГГУ, 2003. – 470 с. – Т. II. Технология обогащения полезных ископаемых. – М.: Изд-во МГГУ, 2004. – 510 с.
2. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:3. Абрмов А.А. Леонов С.Б. Обогащение руд цветных металлов: Учебник для вузов. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1993. – 412 с.
3. Абрамов А.А., Леонов С.Б. Обогащение руд цветных металлов: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1991. – 412 с.

4. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т.1. Обогащительные процессы: учебник /В.М. Авдохин. – М.: Изд-во МГГУ, 2006. – 416 с.
5. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т.2. Технология обогащения полезных ископаемых: учебник /В.М.Авдохин. – М.: Изд-во МГГУ, 2006. – 309 с.
6. Андреев С.Е. Перов В.А. Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1980. – 415 с.
7. Бедрань Н.Г. Скоробогатова Л.М. Переработка и качество полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 271 с.
8. Бочаров В.А. Игнаткина В.А. Технология обогащения золотосодержащего сырья. - 2003. – 407 с.
9. Гройсман С.И. Технология обогащения углей. – М.: Недра, 1987. – 357 с.
- 10.Кармазин В.В. Кармазин В.И. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Учебник для вузов. Т. 1. Магнитные и электрические методы обогащения. – М.: Изд-во МГГУ, 2005. – 669 с.
- 11.Кармазин В.И. Обогащение руд черных металлов. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1982. – 214 с.
- 12.Козин В.З. Тихонов О.Н. Опробование, контроль и автоматизация обогащительных процессов: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1990. – 340 с.
- 13.Козин В.З. Троп А.Е. Комаров А.Е. Автоматизация производственных процессов на обогащительных фабриках: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1982. – 214 с.
- 14.Ласкорин Б.Н., Барский Л.А. Персиц В.З. Безотходная технология переработки минерального сырья. Системный анализ. – М.: Недра, 1984.
- 15.Масленицкий Н.Н. Беликов В.В. Химические процессы в технологии переработки труднообогатимых руд. – М.: Недра, 1986.
- 16.Макраусов В.А., Лилеев В.А. Радиометрическое обогащение нерадиоактивных руд. – М.: Недра, 1979.
- 17.Полькин С.И. Обогащение руд и россыпей редких и благородных металлов. – М.: Недра, 1987.
- 18.Разумов К.А. Перов В.А. Проектирование обогащительных фабрик. – М.: Недра, 1982. – 517 с.
- 19.Руденко К.А. Перов В.А. Обеспылевание и пылеулавливание при обогащении полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987.
- 20.Самыгин В.Д., Филиппов Л.О., Шехирев Д.В. Основы обогащения руд. – М.: Альтекс, 2003. – 303 с.
- 21.Справочник по обогащению руд черных металлов. – М.: Недра. – 612 с.
- 22.Справочник по обогащению руд. В 4-х книгах. – М.: Недра. 1984.
- 23.Справочник. Технологическая оценка минерального сырья. В 4-х книгах / Под ред. П.Е.Остапенко. – М.: Недра, 1990-1991.

- 24.Справочное пособие. Техника и технология обогащения углей / Под ред. акад. В.А.Чантурия. – М.: Наука, 1999. – 622 с.
- 25.Троицкий В.В. Обогащение нерудных строительных материалов. – Л.: Стройиздат, 1986.
- 26.Фоменко Т.Г., Бутовецкий В.С., Погарцева Е.М. Технология обогащения углей. – М.: Недра, 1985.
- 27.Цыпин Е.Ф., Морозов Ю.П., Козин В.З. Моделирование процессов и схем: Учебник для вузов. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 1996. – 368 с.
- 28.Чантурия В.А., Авдоское обогащение рудехин В.М., Краснов Г.Д. и др. Обогащение полезных ископаемых // РАН, АГН, РАЕН, МИА; Под ред. акад. К.Н. Трубецкого. – М.: Изд-во АГН, 1997. – С. 385-473.
- 29.Черняк А.С. Химическое обогащение руд. – М.: Недра, 1987. – 223 с.
- 30.Чуянов Г.Г. Обезвоживание, пылеулавливание и охрана окружающей среды: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 259 с.
- 31.Шохин В.Н. Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1993. – 349 с.