МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет Горный

Кафедра «Обогащение полезных ископаемых и вторичного сырья»

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

*(с полным сроком обучения 6,5 лет)*

по дисциплине «Основы обогащения полезных ископаемых»

наименование дисциплины (модуля)

для направления подготовки (специальности) 210504 Горное дело

код и наименование направления подготовки (специальности)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) – 144 часа (4.з.е)

Форма текущего контроля в семестре – контрольная работа

Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) – нет

Форма промежуточного контроля в семестре – экзамен

**Краткое содержание курса**

Перечень изучаемых разделов, тем дисциплины (модуля).

***Раздел 1. Подготовительные процессы***

Тема 1. Дробление и грохочение полезных ископаемых

Тема 2. Измельчение и классификация на обогатительных фабриках

***Раздел 2. Основные процессы***

Тема 1. Гравитационные методы обогащения

Тема 2. Флотационные методы обогащения

Тема 3. Магнитные и электрические методы обогащения

Тема 4. Выщелачивание как метод обогащения

Тема 5. Технологические схемы, технологические показатели обогащения

***Раздел 3***. Вспомогательные процессы на обогатительных фабриках

**Семестр 3**

**Форма текущего контроля - контрольная работа**

**Задание № 1**

Изобразить схематично устройство (с указанием основных элементов, узлов) следующего оборудования (по вариантам):

1. Щековая дробилка
2. Конусная дробилка ККД
3. Валковая дробилка
4. Молотковая дробилка
5. Шаровая мельница
6. Спиральный классификатор
7. Гидроциклон
8. Отсадочная машина
9. Магнитный сепаратор
10. Флотационная машина

**Задание № 2**

Изобразить графически технологическую схему переработки руды по данным таблицы

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Исходные данные |
| 1 | Руда подвергается трех-стадиальному дроблению:1 стадия – в открытом цикле2 стадия – с предварительным грохочением 3 стадия – с предварительным и поверочным грохочением Дробленый продукт и подрешетный продукт грохота измельчаются в шаровой мельнице с последующей (контрольной) классификацией.Слив гидроциклона направляется на флотационное обогащение, которое включает в себя:-одну основную операцию - одну контрольную операцию- две перечистки Концентрат второй перечистки подвергается обезвоживанию (сгущению и фильтрованию)Кек фильтрации является готовым товарным продуктом. |
| 2 | Руда подвергается двух-стадиальному дроблению:1 стадия – в открытом цикле 2 стадия – с предварительным грохочением Дробленый продукт и подрешетный продукт грохота измельчаются в шаровой мельнице с последующей (контрольной) классификацией.Слив гидроциклона направляется на флотационное обогащение, которое включает в себя:-одну основную операцию - одну контрольную операцию - три перечистки Концентрат третьей перечистки подвергается обезвоживанию: (сгущению и фильтрованию)Кек фильтрации является готовым товарным продуктом. |
| 3 | Руда подвергается одно-стадиальному дроблению с поверочным грохочением Подрешетный продукт грохота измельчается в две стадии:1 стадия – в мельнице самоизмельчения 2 стадия – в шаровой мельнице с предварительной классификацией и последующей (контрольной) классификацией.Слив гидроциклона направляется на флотационное обогащение, которое включает в себя:-одну основную операцию- одну контрольную операцию - одну перечистку Концентрат перечистки подвергается обезвоживанию: фильтрованию и сушке |
| 4 | Руда подвергается одно-стадиальному дроблению с поверочным грохочением Подрешетный продукт грохота измельчается в три стадии:1 стадия – в мельнице самоизмельчения2 стадия – в стержневой мельнице с предварительной классификацией 3 стадия - в шаровой мельнице с последующей (контрольной) классификацией.Слив гидроциклона направляется на флотационное обогащение, которое включает в себя:-одну основную операцию- одну контрольную операцию- одну перечисткуКонцентрат перечистки подвергается обезвоживанию: сгущению, фильтрованию, сушке |
| 5 | Руда подвергается трех-стадиальному дроблению:1 стадия – в открытом цикле 2 стадия – с предварительным грохочением 3 стадия – с предварительным и поверочным грохочением Дробленый продукт и подрешетный продукт грохота измельчаются с последующей (контрольной) классификацией.Слив гидроциклона направляется на гравитационное обогащение, которое включает в себя:-одну основную операцию (концентрационный стол)- одну контрольную операцию (концентрационный стол)- две перечисткиКонцентрат второй перечистки подвергается обезвоживанию:сгущению и фильтрованиюКек фильтрации является готовым товарным продуктом. |
| 6 | Руда подвергается трех-стадиальному дроблению:1 стадия – в открытом цикле 2 стадия – с предварительным грохочением 3 стадия – с предварительным и поверочным грохочением Дробленый продукт и подрешетный продукт грохота измельчаются с последующей (контрольной) классификацией ).Слив классификатора направляется на гравитационное обогащение, которое включает в себя:-одну основную операцию (отсадочная машина)- одну контрольную операцию (отсадочная машина)- одну перечистку (концентрационный стол)Концентрат перечистки подвергается обезвоживанию: сгущению и фильтрованию |
| 7 | Исходная руда подвергается двух-стадиальному дроблению:1 стадия – дробление в открытом цикле2 стадия - дробление с предварительным грохочением Дробленый продукт после предварительной классификации измельчается, измельченный продукт подвергается контрольной классификации. Сливы классификаций объединяются и являются готовым продуктом для обогащения. |
| 8 | Руда подвергается трех-стадиальному дроблению:1 стадия – в открытом цикле2 стадия – с предварительным грохочением 3 стадия – с предварительным и поверочным грохочением Дробленый продукт и подрешетный продукт грохота измельчаются в шаровой мельнице с последующей (контрольной) классификацией.Слив гидроциклона направляется на флотационное обогащение, которое включает в себя:-одну основную операцию - одну контрольную операцию- две перечистки Концентрат второй перечистки подвергается обезвоживанию (сгущению и фильтрованию)Кек фильтрации является готовым товарным продуктом. |
| 9 | Руда подвергается одно-стадиальному дроблению с поверочным грохочением Подрешетный продукт грохота измельчается в три стадии:1 стадия – в мельнице самоизмельчения2 стадия – в стержневой мельнице с предварительной классификацией 3 стадия - в шаровой мельнице с последующей (контрольной) классификацией.Слив гидроциклона направляется на флотационное обогащение, которое включает в себя:-одну основную операцию- одну контрольную операцию- одну перечисткуКонцентрат перечистки подвергается обезвоживанию: сгущению, фильтрованию, сушке |
| 10 | Руда подвергается трех-стадиальному дроблению:1 стадия – в открытом цикле 2 стадия – с предварительным грохочением 3 стадия – с предварительным и поверочным грохочением Дробленый продукт и подрешетный продукт грохота измельчаются с последующей (контрольной) классификацией.Слив гидроциклона направляется на гравитационное обогащение, которое включает в себя:-одну основную операцию (концентрационный стол)- одну контрольную операцию (концентрационный стол)- две перечисткиКонцентрат второй перечистки подвергается обезвоживанию:сгущению и фильтрованиюКек фильтрации является готовым товарным продуктом. |

***Задание 3*** Решить ситуационную задачу

|  |  |
| --- | --- |
| № варианта | Условие задачи |
| 1 | Рассчитать выход никелевого концентрата, содержащего 15% никеля. На ОФ поступают руды с содержанием никеля 2,2%. извлечение никеля в концентрат 85%. |
| 2 | Определить сколько тонн железного концентрата в сутки выдает ОФ, если ее суточная производительность по руде 14000 т, содержание железа в руде 24 %, в концентрате 69 %. Извлечение железа в концентрат 92 %. |
| 3 | Рассчитать, сколько нужно переработать руды с содержанием меди 1,3 % для получения 150 т концентрата, содержащего 25 % меди. Содержание меди в хвостах 0,1 %. |
| 4 | Рассчитать выход концентрата и извлечение в него марганца, если фабрика обогащает марганцевую руду с содержанием марганца 12 *%.* Производительность фабрики по руде 1200 т/ч, из данной руды получают 65 т/ч концентрата с содержанием марганца 55 %. |
| 5 | Определить выход медного концентрата, содержащего 32 *%* меди при извлечении ее в концентрат 93 % и рассчитать потери меди в хвостах, если фабрика перерабатывает медную руду с содержанием в ней меди 1,3 % |
| 6 | Определить выход концентрата и количество меди, которое можно выплавить из него на металлургическом заводе (потери меди при плавке считать равными нулю), если на фабрике переработано 1000 т руды с содержанием меди 1,3 *%.* В концентрате содержание меди 26,5 %, в хвостах - 0,3 %. |
| 7 | Рассчитать сколько хвостов в сутки будет выбрасывать фабрика, если выход концентрата 8%, а производительность по руде 5500 т/сут. |
| 8 | Рассчитать сколько хвостов в сутки будет выбрасывать фабрика, если выход концентрата 8%, а производительность по руде 5500 т/сут. |
| 9 | Рассчитать выход и извлечение свинца в концентрат, если ОФ перерабатывает в сутки 20000 т руды с содержанием свинца 2,5 % и получает 900 т концентрата с содержанием свинца 50%. |
| 10 | Рассчитать выход и извлечение свинца в концентрат, если ОФ перерабатывает в сутки 20000 т руды с содержанием свинца 2,5 % и получает 900 т концентрата с содержанием свинца 50%. |

**Контрольная работа** выполняется индивидуально каждым студентом в зависимости от варианта задания. Номер варианта контрольного задания выбирается по последней цифре номера зачетной книжки.

Студенты выполняют контрольную работу, состоящую из 3 заданий.

Контрольная работа оформляется на листах формата А4, скрепленных в папку с титульным листом. Текстовая и графическая часть заданий может быть выполнена как рукописным способом, так и печатным.

В тексте контрольной работы должно быть обоснование выбранного решения с необходимыми расчетами. Если студент в выполняемой работе ссылается на какие-либо данные, взятые из литературного источника, то необходимо указать его автора, название, издательство, год издания и страницу.

При защите контрольной работы необходимо подробно и исчерпывающе ответить на все поставленные вопросы. Защита контрольной работы является допуском к экзамену.

Если контрольная работа студенту не зачтена (частично или полностью), то он должен ее переделать, руководствуясь указаниями рецензента, и повторно сдать на проверку.

**Форма промежуточного контроля - экзамен**

***Перечень примерных вопросов для подготовки к экзамену***

1. Основные технологические показатели обогащения.
2. Схемы обогащения.
3. Методы обогащения полезных ископаемых.
4. Грохочение. Виды грохочения. Продукты грохочения
5. Гранулометрический состав руды. Ситовый анализ.
6. Просеивающие поверхности грохотов. «Живое сечение» просеивающей поверхности. Эффективность грохочения.
7. Основные виды грохотов.
8. Дробление. Схемы дробления. Стадии дробления. Степень дробления.
9. Основные виды дробилок.
10. Щековая дробилка (устройство, принцип действия).
11. Конусная дробилка (устройство, принцип действия).
12. Валковая дробилка (устройство, принцип действия).
13. Измельчение. Открытый и замкнутый циклы измельчения.
14. Классификация мельниц.
15. Барабанная мельница (устройство, принцип действия).
16. Классификация. Виды классификаторов.
17. Спиральный классификатор.
18. Центробежный классификатор.
19. Гравитационные методы обогащения. Отсадочные машины (устройство, принцип действия).
20. Гравитационные методы обогащения. Шлюз (устройство, принцип действия).
21. Гравитационные методы обогащения. Концентрационный стол (устройство, принцип действия).
22. Гравитационные методы обогащения. Винтовой сепаратор (устройство, принцип действия).
23. Флотация. Принцип флотационного метода обогащения.
24. Классификация флотационных реагентов.
25. Классификация флотационных машин. Механическая флотомашина (устройство, принцип действия).
26. Основная, контрольная и перечистная флотация. Схемы флотации.
27. Область применения магнитных методов обогащения. Магнитный сепаратор (устройство, принцип действия).
28. Электрические методы обогащения. Электрический сепаратор.
29. Химическое обогащение. Выщелачивание (на примере кучного выщелачивания).
30. Вспомогательные процессы. Обезвоживание продуктов обогащения.
31. Вспомогательные процессы. Очистка сточных вод обогатительных фабрик.

**Оформление письменной работы согласно МИ-01-03-2023**

[https://www.zabgu.ru/files/html\_document/pdf\_files/fixed/Normativny'e\_dokumenty'/MI\_\_01-03-2023\_Obshhie\_trebovaniya\_k\_postroeniyu\_i\_oformleniyu\_uchebnoj\_tekstovoj\_dokumentacii.pdf](https://www.zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Normativny%27e_dokumenty%27/MI__01-03-2023_Obshhie_trebovaniya_k_postroeniyu_i_oformleniyu_uchebnoj_tekstovoj_dokumentacii.pdf)

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература**

1. Костромина И.В. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебное пособие: - Чита: ЗабГУ, 2022. – 168 с.

2. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник: в 2 т. - Т. 1. Обогатительные процессы. М. МГГУ, 2006. – 417 с.

3. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т.1. Обогатительные процессы и аппараты: Учебник. 3-е изд. – 2008. – 471 с.

**Дополнительная литература**

1. Кармазин В.И., Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых: Учебник. В 2 т. Т.1.: Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых. – 2005. – 669 с.

2. Кармазин В.В., Младецкий И.К., Пилов П.И. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых: Учеб. пособие. – 2006. – 221с

3. Шилаев В.П. Основы обогащения полезных ископаемых. М.: Недра, 1986. – 295 с.

4. Обогащение полезных ископаемых. Под ред. Полькина. М.: Недра, 1987 г.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. База данных Web of Science Core Collection. ведущая международная реферативная база данных научных публикаций. Web of Science Core Collection находится на информационной платформе Web of Science. Помимо Web of Science Core Collection на платформе размещен ряд других баз данных для научных исследований, включая региональные базы данных (указатели/индексы) научного цитирования, такие как Russian Science Citation Index. Для ЗабГУ организован доступ к описаниям статей и частично к полнотекстовой информации.

2. ЭБС «Консультант студента». 499 электронных учебников издательства «Горная книга», входящих в подписную коллекцию ЗабГУ полностью покрывают потребность 416 обучающихся горного факультета в учебной/научной литературе по дисциплинам профессионального цикла.

4. Электронная библиотека «ЮРАЙТ». Потребности обучающихся горного факультета в обеспечении литературой естественно-научного и гуманитарного направления покрывают разделы «Бизнес. Экономика» - 1084 учебных пособий, «Гуманитарные и общественные науки» - 843 учебных пособия, «Естественные науки» - 456 учебных пособий, «Компьютеры. Интернет. Информатика» - 179 учебных пособий, «Математика и статистика» - 319 учебных пособий, «Прикладные науки. Техника» - 486 учебных пособий.

5. Научная электронная библиотека Elibrary. Подписка ЗабГУ включает в себя 209 журналов платного доступа по различным отраслям знаний. Все входят в перечень ВАК. Кроме того, имеется доступ к более чем 4600 журналам открытого доступа.

6.Электронный курс SIKE.Education «Обогащение полезных ископаемых»

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ФИО

подпись

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ФИО

подпись