МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВПО «ЗабГУ»)

Горный факультет

Кафедра обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

наименование дисциплины (модуля)

для направления подготовки (специальности) 21.05.04 – Горное дело

код и наименование направления подготовки (специальности)

Профиль (специализация) Обогащение полезных ископаемых

Форма обучения заочная

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единицы, 252 часа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Виды занятий | Распределение по семестрам | | Всего часов |
| 6 семестр | 7 семестр |
| Общая трудоёмкость | 72 | 180 | 252 |
| Аудиторные занятия, в т.ч. | 22 | 10 | 32 |
| Лекции | 10 | 2 | 12 |
| Лабораторные занятия | 8 | - | 8 |
| Практические занятия | 4 | 8 | 12 |
| Самостоятельная работа студентов | 50 | 98 | 148 |
| Курсовой проект | - | курсовая работа  (36 ЗЕ) | курсовая работа |
| Форма контроля в семестре | зачет | экзамен  (36 ЗЕ) | зачет  экзамен  (36 ЗЕ) |

**Краткое содержание курса**

Промышленная классификация металлов. Исходные материалы в металлургии. Способы металлургической переработки рудного сырья. Гидрометаллургические способы получения металлов. Теоретические основы цианирования руд и концентратов. Теоретические основы и практика процессов экстракции. Основы процесса сорбционного выщелачивания. Регенерация угля. Электролиз и получение готовой продукции. Обезвреживание цианидсодержащих хвостов

**Форма текущего контроля**

По всем темам лабораторных и лекционных занятий студентами в 6 семестре выполняется одна контрольная работа, включающая теоретические вопросы по курсу «Гидрометаллургическая переработка минерального сырья».

Вариант контрольной работы определяется по последней цифре учебного шифра студента по его зачетной книжке, который нужно обязательно указать на титульном листе контрольной работы.

# В контрольной работе студент должен наиболее полно раскрыть три теоретических вопроса.

Выбор варианта контрольной работы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Варианты | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Последняя цифра шифра студента | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |

# Задания к контрольной работе по вариантам

**Вариант 1**

1. Промышленная классификация металлов. Классификация металлургического сырья.
2. Гидрометаллургия меди
3. Система орошения рудного штабеля цианистыми растворами.

**Вариант 2**

1. Окускование руд и концентратов

2. Гидрометаллургия цинка.

3. Подготовка сырья к металлургической переработке.

**Вариант 3**

1. Агломерация, сущность процесса спекания.

2. Гидрометаллургия вольфрама.

3. Скважинное подземное выщелачивание.

**Вариант 4**

1. Брикетирование физико-химическое основы брикетирования. Связующие вещества.

2. Биохимическое выщелачивание**.** Факторы**,** влияющие на жизнедеятельность бактерий

3. Процессы извлечения металлов из раствора. Методы очистки металлов.

**Вариант 5**

1. Классификация гидрометаллургических процессов.

2. Гидрометаллургия урана.

3. Особенности биохимического выщелачивания сульфидных руд.

**Вариант 6**

1. Виды выщелачивания.

2. Гидрометаллургия золота.

3. Гидролиз цианистых растворов. Защитная щёлочь.

**Вариант 7**

1. Окомкование. Физические основы.
2. Гидрометаллургия серебра.
3. Технологические параметры процесса сорбционного выщелачивания.

**Вариант 8**

1. Сушка и обжиг окатышей.

2. Аффинаж благородных металлов.

3. Характеристика методов обезвреживания цианистых хвостов.

**Вариант 9**

1. Понятие «металлургия». История развития металлургических процессов. Роль металлов в экономическом развитии страны.

2. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд и техногенных отходов.

3. Гидрометаллургические процессы. Продукты металлургического производства.

**Вариант 10**

1. Аппараты для выщелачивания

2. Гидрометаллургия молибдена.

3. Комплексное использование при гидрометаллургической переработке минерального сырья природных и техногенных месторождений.

Кроме того, в 7 семестре студентом выполняется курсовой проект, задание на который выдается преподавателем каждому студенту индивидуально в 6 семестре.

По окончании 7 семестра по дисциплине студенты защищают выполненную курсовую работу, в которой отражены все разделы самостоятельной работы.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки объемом 40-50 страниц текста и графической части.

Разделы пояснительной записки:

Введение

1. Практика обогащения золотосодержащих руд

2. Расчет качественно-количественной и водно-шламовой схемы обогащения

3. Выбор и расчет основного оборудования

4. Выбор и расчет вспомогательного оборудования

Заключение

Список использованных источников

Графическая часть курсовой работы содержит не менее двух листов графики (формат А3).

Перечень обязательных чертежей:

- лист 1 – технологическая схема гидрометаллургической переработки минерального сырья.

- лист 2 – схема цепи аппаратов.

**Форма промежуточного контроля**

**Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету**

1. Понятие о методе обогащения с использованием выщелачивания.
2. Области применения метода выщелачивания при обогащении полезных ископаемых.
3. Виды выщелачивания.
4. Преимущества и недостатки метода выщелачивания при обогащении полезных ископаемых.
5. Понятие о методе цементации при обогащении полезных ископаемых.
6. Области применения метода цементации.
7. Преимущества и недостатки метода цементации.
8. Цель окислительного обжига медных концентратов.
9. Химизм процесса обжига.
10. При каких условиях идет образование окислов и сульфатов?
11. Что такое степень десульфуризации?
12. Как в промышленной практике проводят окислительный обжиг?
13. С какой целью проводится окислительный обжиг концентрата?
14. Почему при гидрометаллургическом способе переработки огарка в нем необходимо иметь некоторое количество сульфата цинка?
15. Поведение компонентов огарка при выщелачивании.
16. Факторы, влияющие на полноту и скорость процесса выщелачивания.
17. Как отделяются сульфидные осадки меди, выделенные из кислых и щелочных растворов?
18. Какие серосодержащие агенты являются наиболее применимыми в процессах сульфидообразования меди в растворах?
19. Как зависит степень извлечения меди из растворов в форме сульфидов от температуры?
20. Электрохимические процессы, протекающие на катоде и аноде.
21. Факторы, влияющие на показатели процесса.
22. Расчет расхода электроэнергии.
23. Электрохимические процессы электролитического рафинирования меди.
24. Состав анодной меди, поведение примесей при электролизе.
25. Выход по току, факторы, влияющие на выход по току.
26. Расчет расхода электроэнергии.

Экзамен обучающиеся сдают по билетам. Каждый экзаменационный билет включает три теоретических вопроса.

**Вопросы к экзамену**

1. Понятие металлургии и ее основные задачи
2. Металлы и их классификация
3. Исходные материалы в металлургии
4. Подготовка сырья к металлургической переработке
5. Пирометаллургические процессы
6. Роль и значение гидрометаллургических процессов в современной металлургии
7. Основные виды процессов и операций в гидрометаллургии
8. Продукты металлургического производства
9. Выщелачивание
10. Чановое выщелачивание
11. Агитационное выщелачивание. Автоклавы
12. Аппараты для выщелачивания при атмосферном давлении
13. Способы и схемы выщелачивания. Процессы извлечения металлов из раствора
14. Кучное выщелачивание
15. Геотехнология
16. Подземное выщелачивание
17. Биотехнология
18. Значение цианистого процесса в технологии переработки золотосодержащих руд и концентратов
19. Механизм растворения золота и серебра в цианистых растворах
20. Кинетика процесса цианирования
21. Факторы, определяющие скорость и полноту процесса цианирования золота в производственных условиях
22. Гидролиз цианистых растворов. Защитная щелочь
23. Достоинства и недостатки процесса сорбционного выщелачивания
24. Сравнение свойств активных углей и ионообменных смол
25. Технологические параметры процесса сорбционного выщелачивания
26. Извлечение серебра методом сорбционного цианирования
27. Цель и назначение регенерации угля
28. Основные положения теории десорбции металлов с угля
29. Влияние параметров процесса десорбции на сорбционные свойства углей
30. Регенерация активных углей
31. Реактивация угля. Цианистая обработка и очистка угля от меди
32. Понятие об электролизе. Электродные процессы
33. Технологические режимы и основные параметры процесса электролиза
34. Плавка золотосодержащих материалов на слиток
35. Плавка золотой головки

**Оформление письменной работы**

При выполнении контрольной работы и курсового проекта следует обратить внимание на следующие требования:

1. Текст работы должен быть представлен в рукописном варианте или в печатном с использованием компьютера на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Гарнитура шрифта основного текста — «Times New Roman». Размер шрифта для основного текста —14 пт, для таблиц —12 пт или14 пт. Междустрочный интервал основного текста – полуторный, цвет шрифта – черный. Текст следует размещать, соблюдая размеры полей: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – не менее 20 мм, нижнее – не менее 20 мм, абзацный отступ – 1,25 см.

2. Перед ответом на вопрос следует сформулировать задание. Ответ должен быть полным, точно соответствовать поставленному вопросу.

3. Законченная контрольная работа (курсовой проект) включает: титульный лист, содержание, выполненное задание, список использованных источников.

4. При выполнении теоретической части работы в тексте следует обязательно ставить ссылку, указывающую на источник взятого материала.

Ссылки на информационные источники оформляются в квадратных скобках ([1, с. 15]). Список информационных источников оформляется в соответствии с <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>

5. Студенты допускаются к сдаче зачета по курсу «Гидрометаллургическая переработка минерального сырья» только после получения ими положительной оценки по контрольной работе. Студенты допускаются к сдаче экзамена только после защиты курсового проекта.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература**

|  |
| --- |
| 1. Физико-химическая геотехнология / В.Ж. Аренс, [и др.]. – Москва: МГГУ, 2010. – 575 с. |
| 1. Иванов, В.Г. Физико-химическая геотехнология урана на скальных месторождениях / В.Г. Иванов, Е.Н. Камнев, А.П. Смагин. – Москва: Атомная энергетика, 2009. – 376с. |
| 1. Рогов, Е.И. Обоснование и оптимизация основных геотехнологических параметров при кучном выщелачивании металлов / Е.И.Рогов, А.Е.Рогов, Н.Б.Рыспанов. - Москва: МГГУ, 2010 – 48 с. |
| 1. Шумилова Л.В. Комбинированные методы кюветного и кучного выщелачивания упорного золотосодержащего сырья на основе направленных фотоэлектрохимических воздействий (монография) / Л.В. Шумилова, Ю.Н. Резник. – Чита: ЗабГУ и ЗабГК, 2012. – 406 с. |
| 1. Шумилова Л. В. Основы металлургии: учеб. пособие: В 2 ч. Ч. 1 / Л. В. Шумилова. – Чита: ЗабГУ, 2013.– 228 с. |
| 1. Шумилова Л. В. Основы металлургии: учеб. пособие: В 2 ч. Ч. 2 / Л. В. Шумилова. – Чита: ЗабГУ, 2014.– 126с. 2. Метод. указания. Богомягков А.А. Гидрометаллургическая переработка минерального сырья. - Чита : ЗабГУ 2011. – 20 с. |

**Дополнительная литература**

|  |
| --- |
| 1. Шестаков Н.А., Субич В.Н., Демин В.А. [Уплотнение, консолидация и разрушение пористых материалов](http://elibrary.ru/item.asp?id=15213976) [Электронный ресурс] Moscow, 2009 Режим доступа: <http://elibrary.ru/> |
| 1. Металлургия и горное дело за рубежом [Электронный ресурс] Том 3 Под редакцией:   Вачнадзе Г. Н.  М.: ПОЛПРЕД, 2004. - 53 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/) |
| 1. Романтеев Ю.П., Федоров А.Н., Быстров С.В. Металлургия цинка и кадмия [Электронный ресурс]: учебное пособие. Режим доступа: <http://e.lanbook.com> |
| 1. Белевцев А.Н., Белевцев М.А., Мирошкина Л.А. Процессы и аппараты очистки воды в металлургии [Электронный ресурс]: учебное пособие. Режим доступа: <http://e.lanbook.com> |
| 1. Белевцев А.Н., Белевцев М.А., Мирошкина Л.А. Теоретические основы защиты окружающей среды. Охрана водного бассейна в металлургии [Электронный ресурс]: учебное пособие Режим доступа: <http://e.lanbook.com> |
| 1. Голубев О.В., Черноусов П.И., Травянов А.Я. Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов [Электронный ресурс]. Часть 1. Образование и проблемы переработки твердых бытовых отходов: учебное пособие. Режим доступа: <http://e.lanbook.com> |
| 1. Голубев О.В., Черноусов П.И. Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов [Электронный ресурс]. Часть 2. Особые виды твёрдых бытовых отходов: учебное пособие Режим доступа: <http://e.lanbook.com> |
| 1. Коминов С.В., Клюев М.П. Теория и технология металлургии стали: Производство стали [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://e.lanbook.com> |
| 1. Аренс В. Ж. , Бабичев Н. И. , Башкатов А. Д., Гридин О. М., [Хрулев А. С.](http://www.biblioclub.ru/author.php?action=book&auth_id=12971) Скважинная гидродобыча полезных ископаемых[Электронный ресурс]: учебного пособие для студентов высших учебных заведений Москва: Горная книга, 2011. - 296 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/) |

Ведущий преподаватель

Ф.И.О. Щеглова Светлана Александровна \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

должность: \_доцент, зав. кафедрой ОПИ и ВС  подпись

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 г.