

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Игнатенко Виталий Иванович  
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике  
Дата подписания: 18.05.2023  
Уникальный программный ключ:  
a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение**  
**высшего образования**

**«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»**  
**ЗГУ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
**по дисциплине**

**«Пирометаллургические процессы»**

**Факультет:** Горно-технологический (ГТФ)

**Направление подготовки:** 22.04.02 «Металлургия»

**Направленность (профиль):** Металлургия цветных металлов

**Уровень образования:** магистратура

**Кафедра** «Металлургии цветных металлов»  
наименование кафедры

**Разработчик ФОС:**

Ст.преподаватель кафедры МЦМ

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

А.В. Каверзин

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 9 от «20» 05 2022 г.

Заведующий кафедрой

О.В. Носова

<sup>1</sup> В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения
Универсальные компетенции	
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста в условиях трудовой деятельности на производстве
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	ОПК-2.1 Знает производственную документацию и на ее основе анализирует технологический процесс

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Технологии производства цветных металлов на предприятиях ЗФ	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста
Электроплавка	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста
Автогенная плавка	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста
Взвешенная плавка	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста
Конвертирование	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста
Обеднение шлаков	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста
Разделение фанштейна	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста
Обжиг	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста
Анодная плавка	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста

Экзамен	УК-6, ОПК-2	Тестовые задания	Решение теста
---------	-------------	------------------	---------------

## 1 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<i>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</i>				
	Итоговое тестирование	Выполнение в течении обучения по дисциплине и защита после окончания обучения по дисциплине	от 2 до 5	Раскрытие темы и решение теста
	ИТОГО:	-	___ баллов	-
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

## 2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

### 2.1 Задания для текущего контроля успеваемости

#### Электрометаллургические процессы

#### 1. Ректификация – это:

- А) непрерывный противоточный процесс разделения двух компонентов, в котором операции дистилляции и конденсации многократно повторяются
- Б) процесс, основанный на растворимости металлов примесей в расплавленном цинке при охлаждении расплава и последующим выделением металлов-примесей в отдельную металлическую фазу и разделением фаз по плотности
- В) процесс, основанный на различном средстве примесных металлов к сере, при котором вводится сульфидизатор и примеси переходят в штейн

Г) процесс медленного охлаждения металлического цинка, с выделением примесей в отдельные фазы

2. Разделение расплава на 2 фазы – сульфидной и оксидной происходит за счет различия в плотности шлака к штейну:

А) 1:1,5

Б) 1:0,5

В) 2:1

Г) 2:1,5

3. Какая реакция не протекает при штейнообразовании в РТП:

А)  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{FeS} = \text{Cu}_2\text{S} + \text{FeO}$

Б)  $\text{MeSO}_4 = \text{MeO} + \text{SO}_3$

В)  $3\text{NiO} + 3\text{FeS} = \text{Ni}_3\text{S}_2 + 3\text{FeO} + 1/2 \text{S}_2$

Г)  $\text{CoO} + \text{FeS} = \text{CoS} + \text{FeO}$

4. Какая реакция не протекает при шлакообразовании в РТП:

А)  $10 \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeS} = 7\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SO}_2$

Б)  $3 \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{FeS} + \text{SiO}_2 = 5 (\text{FeO})_2 \cdot \text{SiO}_2 + \text{SO}_2$

В)  $2\text{FeO} + \text{SiO}_2 = 2 \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$

Г)  $\text{CuO} \cdot \text{FeO} + (\text{Cu}_2\text{S} + \text{FeS}) = 3\text{Cu} + \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{S}_2$

5. В шлаке РТП не содержится:

А)  $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$

Б)  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

В)  $\text{FeS}$

Г)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$

6. Главная особенность процесса Ванюкова

А) Нагрев шихты и диссоциация высших сульфидов начинается во время ее вертикального движения к поверхности расплава и завершается в барбатируемой области ванны

Б) В процессе Ванюкова элементарные стадии процесса плавления (нагрев, диссоциация, окисление и т.д.) совмещены

В) Образующаяся сера частично окисляется кислородом дутья по реакции

Г) Образующийся диоксид серы может выступать в качестве окислителя с выделением элементарной серы

7. Реакция  $\text{FeS} + 3/2\text{O}_2 = \text{FeO} + \text{SO}_2$  протекает:

А) только в штейновой фазе

Б) только в шлаковой фазе

В) и в шлаковой и штейновой фазе

Г) в газовой фазе

8. Что происходит с магнетитом в интенсивно барбатируемой ванне?

А) Восстанавливается до  $\text{FeO}$

- Б) Восстанавливается до  $\text{Fe}^{2+}$ . Переходит в силикат  $(\text{FeO})_2 \cdot \text{SiO}_2$
- В) Окисляется до  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- Г) Остается без изменения

9. При плавке на силикатный шлак образуется расплав, близкий по составу к:

- А) ферриту  $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
- Б) фаялиту  $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$
- В) силикату кальция  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
- Г) силикату никеля  $\text{Ni}_2\text{SiO}_4$

10. Растворимые (химические потери), составляющие более \_\_\_\_\_% от всех потерь, обусловлены окислением и растворением в шлаке цветных металлов

- А) 60
- Б) 70
- В) 80
- Г) 90

11. Почему при конвертировании медно-никелевых штейнов не проводят второй период продувки на металл?

- А) большие потери кобальта
- Б) высокие температуры (1700-1800 °С)
- В) сложность разделения металлических меди и никеля
- Г) длительность процесса

12. Какое оборудование не используют для дистилляции цинка?

- А) вертикальные и горизонтальные реторты
- Б) шахтные печи
- В) печи кипящего слоя
- Г) электрические печи

13. Температура обжига цинкового концентрата в печи кипящего слоя находится в интервале температур (°С)

- А) 500-600
- Б) 700-800
- В) 900-1000
- Г) 1100-1200

14. Почему протекание побочных реакций с образованием сульфата при обжиге цинкового концентрата в печи кипящего слоя нежелательно?

- А) Сульфат цинка мешает протеканию процесса в последующих операциях
- Б) Приводит к потерям цинка
- В) Снижает технико-экономические показатели
- Г) Снижает температуру обжига

15. Изменение какого технологического параметра при обжиге цинкового концентрата в печи КС может привести к тому, что в огарке будет присутствовать сульфид цинка?

- А) Увеличение дутья
- Б) увеличение давления
- В) Увеличение загрузки

- Г) Увеличение температуры
16. В первом периоде конвертирования в первую очередь протекают реакции
- А) окисления сульфида железа с образованием магнетита
  - Б) образовывание вюстита
  - В) взаимодействия сульфида никеля с металлической медью
  - Г) окисления никеля до образования закиси
17. Высокое отрицательное значение  $\Delta G$  не обеспечивает возможность
- А) обратного перехода цветных металлов в сульфидную форму
  - Б) обменного взаимодействия оксида никеля и сульфида железа
  - В) обменного взаимодействия оксида кобальта и сульфида железа
  - Г) образование вюстита
18. Наиболее подверженным необратимому окислению из сульфидов цветных металлов оказывает
- А) сульфид кобальта
  - Б) Сульфид железа
  - В) Оксид меди
  - Г) Вюстит
19. Показатели первого периода конвертирования по величине убыли  $\Delta G$  реакций окисления сульфидов и с учетом их активности в сульфидной фазе, металлы можно распределить в ряд
- А) Fe – Co -Ni- Cu
  - Б) Cu – Co -Ni- Fe
  - В) Co--Ni- Cu- Fe
  - Г) Ni-- Co - Cu -Fe
20. Увеличению соотношения Cu/Ni в сухом свернутом шлаке способствует:
- А) Повышение температуры до 1350<sup>0</sup>C
  - Б) Понижение температуры до 1150<sup>0</sup>C
  - В) Введение диоксида кремния
  - Г) Увеличение содержания железа
21. Основное назначение обеднительной электроплавки-
- А) Доизвлечение цветных металлов из конвертерных шлаков и снижение их потерь с отвальными шлаками;
  - Б) Удаление избыточного количества серы и получение окускованного продукта;
  - В) Максимальное извлечение цветных металлов в штейн
  - Г) Получение продукта, освобожденного от основной части железа
22. Для создания объема извлекающей фазы в обеднительную печь загружают:
- А) Шлак электроплавки
  - Б) Песчаник
  - В) Кусковую сульфидную руду
  - Г) Уголь

23. Уголь загружается в обеднительную печь с целью:
- А) создания восстановительной атмосферы
  - Б) создания объема извлекающей фазы
  - В) улучшения технико-экономических показателей
  - Г) удаления железа
24. Межфазное натяжение характеризует:
- А) теплосодержание шлака
  - Б) вязкость шлака
  - В) энергию взаимодействия на границе двух несмешивающихся фаз
  - Г) свободную поверхностную энергию шлака
25. В каком случае извлечение металла в процессе обеднения при прочих равных условиях будет выше, если коэффициент распределения равен:
- А) 100:40
  - Б) 33:4
  - В) 14:4
  - Г) 22:4
26. Фьюмингование – это
- А) окислительный обжиг
  - Б) рудная плавка
  - В) процесс переработки шлаков свинцовой плавки
  - Г) подготовка сырья к плавке
27. Хорошему разделению штейна и шлака *не способствует*:
- А) малая растворимость сульфидов цветных металлов в расплавах оксидов
  - Б) относительно низкая температура плавления (ниже 1100 °С) штейна
  - В) большая плотность (более 4 г/см<sup>3</sup>)
  - Г) присутствие оксидов железа
28. Основная трудность обжига фанштейна в кипящем слое:
- А) низкая производительность
  - Б) высокий расход топлива
  - В) спекание и оплавление материала
  - Г) низкий уровень механизации и автоматизации
29. Основное отличие *никелевых* штейнов от *медных и медноникелевых*:
- А) Они являются хорошими коллекторами благородных и сопутствующих металлов
  - Б) Они содержат сульфиды других металлов, часто в значительных количествах, а также кислород
  - В) Они при соответствующей температуре находятся в виде однородного расплава
  - Г) Они содержат сульфиды цветных металлов в больших концентрациях и FeS в малых концентрациях

30. Какая стадия не входит в процесс дистилляции цинка?
- А) восстановление оксида цинка до металла
  - Б) окисление цинка до оксида
  - В) возгонка металлического цинка
  - Г) конденсация паров металлического цинка
31. Металлический никель в файнштейне ухудшает последующие операции его измельчения перед окислительным обжигом. Для предотвращения образования никеля в файнштейне *не делают* следующего:
- А) Не поднимают температуру в конверторе выше 1300 °С
  - Б) Сохраняют в расплаве серу
  - В) Поднимают температуру до 1500 °С
32. Процессы, проходящие между *твердыми* и *газообразными* фазами при температурах 500 – 1200 °С называются:
- А) Обжигом
  - Б) Плавкой
  - В) Электролизом
33. Основные реакции – реакции диссоциации характерны для обжига:
- А) Окислительного
  - Б) Агломерирующего
  - В) Кальцинирующего
  - Г) Восстановительного
34. При восстановительно-сульфидирующей окисленных никелевых руд плавке в качестве флюсов не используют:
- А) CaO
  - Б) CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O
  - В) FeS<sub>2</sub>
  - Г) FeSO<sub>4</sub>
35. Целью какого обжига является перевод слабо магнитных соединений в сильно магнитные
- А) Окислительного
  - Б) Агломерирующего
  - В) Кальцинирующего
  - Г) Восстановительного
36. Флотационные никелевые концентраты подвергают обжигу в печах КС при температуре, °С
- А) 600-700
  - Б) 900-1000
  - В) 1000-1100
  - Г) 1100-1150

37. Примеси, образующие химические соединения с медью, растворимые в ней, это:
- А) Никель
  - Б) Селен
  - В) Газовые
  - Г) Шлаковые включения
38. Примеси, удаляемые при огневом рафинировании частично это:
- А) Железо
  - Б) Золото
  - В) Никель
  - Г) Сера
39. Какая примесь, содержащаяся в меди, может быть удалена ликвацией?
- А) Железо
  - Б) Никель
  - В) Серебро
  - Г) Кислород
40. Какой критерий эффективности рафинирования зависит от соотношения упругостей диссоциации оксидов примесей?
- А) Глубина удаления примесей
  - Б) Скорость окисления примесей
  - В) Порядок удаления примесей
  - Г) Предел удаления примесей
41. Упругость диссоциации оксидов примеси увеличивается
- А) С повышением температуры
  - Б) С повышением ее концентрации в ванне
  - В) С уменьшением концентрации этой примеси в меди
  - Г) С увеличением интенсивности перемешивания
42. По классификации цветных металлов по плотности к легким металлам относят металлы с плотностью меньше 3,5 и это:
- А) Cr
  - Б) Fe
  - В) Ti
  - Г) Zn
43. Для агломерирующего обжига основные реакции это реакции
- А) диссоциации
  - Б) диспропорционирования
  - В) окисления
  - Г) восстановления
44. Рудная плавка, целью которой является не получение металла в свободном виде, а перевод его в обогащенный продукт –сплав сульфидов металлов это:
- А) Восстановительная
  - Б) Окислительная концентрационная
  - В) Электролиз расплавленных солей
  - Г) Реакционная плавка, основанная на взаимодействии сульфидов и оксидов при нагревании

45. Для получения обожженных частиц с развитой поверхностью не используются
- А) печи кипящего слоя
  - Б) многоподовые печи
  - В) агломерационные машины
  - Г) трубчатые печи
46. Хорошему разделению штейна и шлака *не способствует*:
- А) малая растворимость сульфидов цветных металлов в расплавах оксидов
  - Б) относительно низкая температура плавления (ниже 1100 °С)
  - В) большая плотность (более 4 г/см<sup>3</sup>)
  - Г) присутствие оксидов железа
47. Интервал температур, при котором очень вязкий, неспособный течь шлак становится совершенно жидким, у основных шлаков меньше, чем у кислых
- А) в 10 раз
  - Б) в 20 раз
  - В) в 50 раз
  - Г) в 100 раз
48. Какая реакция не протекает при штейнообразовании в РТП:
- А)  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{FeS} = \text{Cu}_2\text{S} + \text{FeO}$
  - Б)  $\text{MeSO}_4 = \text{MeO} + \text{SO}_3$
  - В)  $3\text{NiO} + 3\text{FeS} = \text{Ni}_3\text{S}_2 + 3\text{FeO} + 1/2 \text{S}_2$
  - Г)  $\text{CoO} + \text{FeS} = \text{CoS} + \text{FeO}$
49. Продукт конвертирования медно-никелевых штейнов – сплав оксидов железа, кремния и цветных металлов с содержанием никеля  $\approx 1,5\%$  это:
- А) Известняк
  - Б) Никелевый шлак
  - В) Агломерат
  - Г) Обратный шлак
50. Межфазное натяжение характеризует:
- А) теплосодержание шлака
  - Б) вязкость шлака
  - В) энергия взаимодействия на границе двух несмешивающихся фаз
  - Г) свободную поверхностную энергию шлака
51. В печи Ванюкова реакция  $\text{FeS} + 3/2\text{O}_2 = \text{FeO} + \text{SO}_2$  протекает:
- А) только в штейновой фазе
  - Б) только в шлаковой фазе
  - В) и в шлаковой и в штейновой фазе
  - Г) в газовой фазе
52. В первом периоде конвертирования медного штейна в первую очередь протекают реакции
- А) окисления сульфида железа с образованием магнетита
  - Б) образование вюстита
  - В) взаимодействие сульфида никеля с металлической медью
  - Г) окисления никеля до образования закиси

53. Основные процессы, протекающие при плавке на ферроникель
- восстановление железа, никеля, кобальта из оксидов
  - диссоциация высших сульфидов
  - окисление сульфидов
  - взаимодействие сульфидов и оксидов
54. В каких случаях применяют реакционную плавку в металлургии свинца?
- при переработке бедных свинцовых концентратов
  - при переработке свинцовых концентратов с содержанием Pb 50-55%
  - при переработке свинцовых концентратов (Pb 55-65%)
  - при переработке свинцовых концентратов (Pb не менее 65-70%)
55. Основная реакция реакционной плавки:
- $PbO + CO = Pb + CO_2$
  - $PbS + Fe = Pb + FeS$
  - $PbS + 2PbO = 3Pb + SO_2$
  - $PbS + Na_2CO_3 + CO = Pb + Na_2S + 2CO_2$
56. Какой процесс не относят к автогенным плавкам в металлургии свинца?
- Айзасмелт
  - КИВЦЭТ-ЦС
  - Q-S-L
  - Восстановительная плавка
57. Средняя продолжительность периодической электроплавки закиси никеля составляет, ч
- 4-6
  - 8-9
  - 10-12
  - 6-12
58. Сущность обестеллуривания свинца заключается
- в воде элементарной серы для перевода теллура в штейн
  - в ликвации теллура в виде соединений с другими примесями
  - в образовании теллурида натрия и его ликвации к поверхности
  - окислении
59. Какой способ не применяется для удаления благородных металлов из чернового свинца?
- вводом сульфидизатора
  - очистка цинком
  - купелирование
  - дробная кристаллизация
60. Главным образом из благородных металлов в черновом свинце концентрируется\_\_\_\_\_
61. Штейн, состоящий из сульфида никеля и с содержанием железа менее 3%, называется \_\_\_\_\_
62. Недостатком обжига концентратов в печи кипящего слоя является \_\_\_\_\_
63. Золото и серебро при дистилляции цинка переходят в \_\_\_\_\_

64. Ликвацией цинк рафинируют от \_\_\_\_\_
65. По способу преобразования электроэнергии в тепловую руднотермическая электропечь относится: \_\_\_\_\_
66. Главным недостатком плавки медных концентратов в КИВЦЭТ-агрегате является \_\_\_\_\_
67. Целью какого обжига является перевод сульфидов металлов в оксиды или сульфаты \_\_\_\_\_
68. Для получения обожженных частиц с развитой поверхностью не используются \_\_\_\_\_
69. Недостатком процесса конвертирования в горизонтальных конверторах является \_\_\_\_\_
70. Медным штейном называют штейн, состоящий из \_\_\_\_\_
71. Целью какого обжига является удаление серы и перевод порошкового материала в кусковой \_\_\_\_\_
72. Что не используют в качестве флюса в восстановительной плавке закиси никеля в электропечах \_\_\_\_\_
73. Черновой свинец содержит примесей, % \_\_\_\_\_
74. Наиболее вредная примесь в огневом никеле \_\_\_\_\_
75. Какая примесь, содержащаяся в меди, может быть удалена ликвацией? \_\_\_\_\_
76. Целью окислительно-сульфатизирующего обжига медеэлектролитных шламов не является \_\_\_\_\_
77. Температура окислительно-сульфатизирующего обжига медеэлектролитных шламов, °С \_\_\_\_\_
78. Побочный продукт в цветной металлургии, сплав сульфидов железа и цветных металлов переменного химического состава – это \_\_\_\_\_
79. Продуктами процесса фьюминга не являются \_\_\_\_\_
80. Для процесса фьюмингования не используется \_\_\_\_\_