

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 24.06.2025 09:34

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 СРЕДСТВ¹
по дисциплине

«Электрометаллургические процессы»

Факультет: Горно-технологический (ГТФ)

Направление подготовки: 22.04.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): Металлургия цветных металлов

Уровень образования: магистратура

Кафедра металлургии, машин и оборудования
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

Ст.преподаватель

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Л.И. Рогова

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 2 от «07» 05 2025 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доц. Крупнов Л.В.

¹ 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
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии	ОПК-1.1 Использует фундаментальные знания для решения производственных задач в области металлургии

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Основные обратимые электроды электрохимических систем	ОПК-1	Конспект, тестовые задания	Есть/нет, решение теста
Равновесный электродный процесс	ОПК-1	Практическое задание	Решение задач
Кинетика электрохимических процессов	ОПК-1	Собеседование, тестовые задания	Есть/нет Полнота ответа по данной теме
Неравновесный электродный процесс	ОПК-1	Практическое задание	Решение задач
Особенности электролитического рафинирования меди.	ОПК-1	Тестовые задания	Решение теста
Экзамен (заочная форма обучения)	ОПК-1	Решение кейса	1. Анализ ситуации 2. Постановка целей и задач 3. Выбор и обоснование решения 4. Предложенное решение

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
Промежуточная аттестация в форме «Зачета» (для очной и заочной формы обучения)				
	-	-	от 0 до 5 баллов	-
ИТОГО:		-	___ баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов Зачет выставляется при сдаче студентом всех тестовых заданий				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Промежуточная аттестация в форме «Экзамен» (для очной, заочной формы обучения)				
	Итоговый тест	Академический час	от 0 до 5 баллов	Оценка от 2 до 5
ИТОГО:		-	___ баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 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)				

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

1. Основные обратимые электроды электрохимических систем

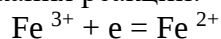
Тестовые задания

1. При измерении pH раствора применяют электрод:

- А) платиновый
- Б) металлоидный
- В) металлический

Г) стеклянный

2. К какой группе электродов относится электрод, потенциал которого зависит от протекания реакции:



- А) ионообменным
- Б) металлическим
- В) газовым

Г) редокс-электродам

3. По классификации электродов кислородный электрод относится к электродам:

- А) первого рода
- Б) редокс-электродам
- В) газовым
- Г) ионообменным

4. К какой группе электродов относится электрод, потенциал которого зависит от протекания реакции: $\text{Te}^{2-} - 2e \leftrightarrow \text{Te}^0$

- 1. ионообменным
- 2. металлическим
- 3. газовым**
- 4. редокс-электродам

5. В качестве электрода сравнения при измерении потенциалов применяют электрод:

- А) селеновый
- Б) каломельный**
- В) кислородный
- Г) теллуrowый

Равновесный электродный процесс

2. Равновесный электродный процесс

Задание для практической работы

Рассчитать обратимый (равновесный) потенциал электрода в соответствии с вариантом:

5.1. Определить обратимый потенциал натрия в 0,5-моляльном водном растворе Na_2SO_4 при $T = 290 \text{ K}$. Коэффициент активности $\text{Na}_2\text{SO}_4 f_{\pm} = 0,268$.

5.2. Рассчитать обратимый потенциал цинка при $T = 298 \text{ K}$ в 0,2-моляльном растворе ZnSO_4 . Для 0,2-моляльного раствора $\text{ZnSO}_4 f_{\pm} = 0,104$.

5.3. Как изменится обратимый потенциал систем Cu/Cu^+ , Fe/Fe^{2+} и Al/Al^{3+} при изменении концентрации собственных ионов в 1000 раз при температуре $T = 293 \text{ K}$? Коэффициент активности принять постоянным.

5.4. Установить природу потенциала (обратимый или необратимый) $E = -0,02 \text{ В}$, установившегося на никеле при экспозиции его в 0,5-моляльном растворе NiSO_4 при $T = 293 \text{ K}$. Стандартный потенциал никеля $E^\circ_{\text{Ni}^{2+}} = -0,25 \text{ В}$. Средний коэффициент активности $\text{NiSO}_4 f_{\pm} = 0,068$.

5.5. Выяснить природу измеренного потенциала (обратимый или необратимый) $E_{\text{Ni}} = -0,172 \text{ В}$ в нейтральном водном 0,1-моляльном растворе NiSO_4 при $T = 298 \text{ K}$. Средний коэффициент активности $\text{NiSO}_4 f_{\pm} = 0,150$.

5.6. При какой активности ионов кобальта $a_{\text{Co}^{2+}}$ обратимый потенциал металла в водном нейтральном растворе при $T = 298 \text{ K}$ составит $-0,345 \text{ В}$? Обратимый стандартный потенциал кобальта $E^\circ_{\text{Co}^{2+}} = -0,277 \text{ В}$.

5.7. Определить температуру, при которой обратимый потенциал хрома в нейтральном водном растворе при активности ионов хрома $a_{\text{Cr}^{3+}} = 10^{-4}$ моль/кг составит $E = -0,85 \text{ В}$. Обратимый стандартный потенциал хрома $E^\circ_{\text{Cr}} = -0,74 \text{ В}$.

5.8. Определить обратимый потенциал железа в морской воде ($pH = 7$) при $T = 293$ К. Железо при растворении в этой среде образует труднорастворимое соединение $Fe(OH)_2$, произведение растворимости которого при этой температуре $PP = 0,95 \cdot 10^{-15}$.

5.9. При какой активности ионов никеля обратимый потенциал никеля в 0,01-моляльном нейтральном растворе ($pH = 7$) при $T = 298$ К составит $-0,309$ В? Никель при растворении в этом растворе образует труднорастворимое соединение $Ni(OH)_2$, произведение растворимости которого $PP = 1,3 \cdot 10^{-16}$.

5.10. Известно, что в 0,1-моляльном растворе $FeCl_2$ при $T = 298$ К железный электрод имеет стационарный потенциал, равный $-0,35$ В. Установить природу (обратимый, необратимый) установившегося потенциала.

5.11. Определить величину обратимого потенциала для меди при $50^\circ C$, если концентрация его ионов в сернокислом растворе 1,0н, а коэффициент активности его ионов равен 0,047 г-экв./л.

5.12. Определить величину обратимого потенциала для цинка при $50^\circ C$, если концентрация его ионов в сернокислом растворе 0,1н, а коэффициент активности его ионов равен 0,15 г-экв./л.

5.13. Определить величину обратимого потенциала для меди при $60^\circ C$, если концентрация его ионов в сернокислом растворе 0,001н, а коэффициент активности его ионов равен 0,74 г-экв./л.

5.14. Определить величину обратимого потенциала для цинка при $55^\circ C$, если концентрация его ионов в сернокислом растворе 0,01н, а коэффициент активности его ионов равен 0,36 г-экв./л.

5.15. Определить величину обратимого потенциала для меди при $45^\circ C$, если концентрация его ионов в сернокислом растворе 0,01н, а коэффициент активности его ионов равен 0,41 г-экв./л.

3. Кинетика электрохимических процессов

Тестовые задания

1. Передвижение ионов или других заряженных частиц под действием градиента электрического поля, возникающего в электролите при прохождении тока через электрохимическую систему, называется:

- А) молекулярной диффузией
- Б) **миграцией**
- В) конвекцией
- Г) массообменом

2. Повысить величину предельного диффузионного тока нельзя:

- А) увеличением концентрации электролита
- Б) увеличением температуры
- В) уменьшением толщины диффузионного слоя
- Г) **увеличением pH электролита**

3. При электрохимическом перенапряжении:

- А) Скорость доставки ионов меньше скорости разряда ионов
- Б) Медленно протекает химическая реакция
- В) Низкая скорость кристаллизации металла
- Г) **Низкая скорость процессов ионизации или разряда ионов**

4. Как называется перенапряжение, возникающее при замедленном протекании химической реакции:

- А) Электрохимическое
- Б) **Реакционное**
- В) Фазовое

Г) Диффузионное

5. Как называется потенциал, возникающий на границе раздела двух растворов:

- А) Гальвани-потенциал
- Б) **Диффузионный потенциал**
- В) Контактная разность потенциалов
- Г) Потенциал нулевого разряда.

4. Неравновесный электродный процесс

Задание для практической работы

Рассчитать количество выделившегося на катоде металла при электролизе сернокислых растворов за τ часов на площади катодов S , м² при наличии электрохимического перенапряжения, приняв коэффициент переноса $a = 0,5$; стандартный ток обмена i_{cm}^0 , А/м²; потенциал электрода под током E_i , В; температура электролита t °С, концентрация ионов металла в электролите C г/л; выход по току B_m , %. Данные для расчета приведены в таблице 6.

Таблице 6

№ п/п	Me	C	τ	S	a	i_{cm}^0	E_k	t	B_r
1	Ag	89	6	12	0,55	10	-0,59	30	97
2	Pb	66	8	14	0,45	100	-0,79	50	89
3	Cd	102	7	13	0,5	1000	-0,55	35	77
4	Sn	87	9	15	0,57	1000	-0,64	45	85
5	Tl	96	10	16	0,48	100	-0,68	55	83
6	Bi	77	6,5	9	0,53	0,1	-0,71	40	79
7	Cu	105	8,5	8	0,55	0,1	-0,73	60	84
8	Zn	99	7,5	8,5	0,45	0,1	-0,76	65	88
9	Ni	67	9,5	7,5	0,5	10^{-4}	-0,89	58	87
10	Fe	55	10,5	6,8	0,57	10^{-5}	-0,79	64	74
11	Sn	59	6	11	0,48	1000	-0,82	57	75
12	Cu	69	8	11,5	0,53	0,1	-0,61	59	91
13	Co	60	7	12,5	0,55	10^{-4}	-0,75	64	94
14	Ag	104	9	13,5	0,45	100	-0,88	62	96
15	Pb	101	10	14,5	0,5	100	-0,64	69	73

5. Особенности электролитического рафинирования меди

Тестовые задания

1. Потери платиноидов с катодной медью происходит из-за:

- А) **катафореза**
- Б) включения в катодный металл плавучего шлама
- В) комплексообразования
- Г) диспропорционирования

2. Какая реакция регулирует соотношение однозарядных и двухзарядных ионов меди в медном электролите:

- А) гидролиза
- Б) диссоциации
- В) **комплексообразования**

Г) диспропорционирования

3. Для уменьшения потерь серебра при электролизе меди применяют ПАВ:

А) хлорид натрия

Б) тиомочевина

В) желатин

Г) столярный клей

4. При электролитическом рафинировании медных анодов отсечку электролита из циркуляционной системы товарных ванн производят по превышению предельно-допустимой концентрации:

А) мышьяка

Б) висмута

В) сурьмы

Г) меди

5. Загрязнение катодной меди сурьмой происходит из-за:

1. катафореза

2. включения в катодный металл плавучего шлама

3. комплексообразования

4. диспропорционирования

Экзамен

Итоговый тест

ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО					Компетенция
1. Как называется перенапряжение, лимитируемое подводом иона к поверхности катода? 1. Диффузионное 2. Реакционное 3. Электрохимическое 4. Кристаллизационное					ОПК-1
2. При электрохимическом перенапряжении: 1. Скорость доставки ионов меньше скорости разряда ионов 2. Медленно протекает химическая реакция 3. Низкая скорость кристаллизации металла 4. Низкая скорость процессов ионизации или разряда ионов					ОПК-1
3. Разряд, какого металла предпочтительнее на катоде при стандартных условиях?					ОПК-1
Me	Zn	Co	Ag	Cu	
ϵ° , В	-0,763	-0,270	+0,799	+ 0,34	
1. Co 2. Zn 3. Ag 4. Cu					
4. Как называется потенциал, возникающий на границе раздела электрод-раствор? 1. Гальвани-потенциал 2. Диффузионный потенциал 3. Контактная разность потенциалов					ОПК-1

4. Потенциал нулевого разряда					ОПК-1
5. Какой металл при электролизе меди будет выпадать в шлам?					
Me	Ni	Ag	Co	Cu	
ε° , В	-0,250	+0,799	-0,270	+ 0,34	
1. Ni 2. Co 3. Ag 4. Cu					
6. При электролизе меди в плавучий шлам не переходит: 1. Ni 2. Bi 3. As 4. Sb					ОПК-1
7. При электролитическом рафинировании медных анодов отсечку электролита из циркуляционной системы товарных ванн производят по превышению предельно-допустимой концентрации: 1. меди 2. железа 3. кобальта 4. никеля					ОПК-1
8. По классификации электродов каломельный электрод относится к электродам: 1. первого рода 2. второго рода 3. газовым 4. ионообменным					ОПК-1
9. Электрохимический эквивалент меди при её валентности равной 2 составляет, г/(А·ч): 1. 0,932 2. 1,185 3. 0,454 4. 2,012					ОПК-1
10. Чему равняется обратимый потенциал медного электрода при T = 298 К, опущенного в раствор сульфата меди с активностью ионов Cu ²⁺ =0,001, если стандартный потенциал медного электрода составляет +0,34 В. 1. -0,252 В 2. +0, 250 В 3. -0,415 В 4. + 0,179 В					ОПК-1
11. Не применяется для получения плотных и относительно гладких осадков при электролизе меди ПАВ: 1. столярный клей 2. тиомочевина 3. желатин 4. раствор алкилсульфоната					ОПК-1

12. Передвижение ионов или других заряженных частиц под действием градиента электрического поля, возникающего в электролите при прохождении тока через электрохимическую систему, называется: 1. молекулярной диффузией 2. миграцией 3. конвекцией 4. массообменом	ОПК-1
13. Эстафетный механизм перемещения в электрическом поле ионов в растворе свойственен для: 1. катионов металлов 2. анионов кислотных остатков 3. комплексных ионов 4. ионов гидроксония H_3O^+	ОПК-1
14. На аноде невозможен процесс: 1. выделения кислорода 2. разряд аниона 3. выделения водорода 4. электрохимического окисления металла анода	ОПК-1
15. К какой группе электродов относится электрод, потенциал которого зависит от протекания реакции: $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 1. редокс-электродам 2. металлическим электродам 3. газовым электродам 4. ионообменным электродам	ОПК-1
16. К активационной поляризации не относится: 1. электрохимическое перенапряжение 2. диффузионное перенапряжение 3. перенапряжение зародышеобразования 4. фазовое перенапряжение поверхностной диффузии	ОПК-1
17. Какое из утверждений справедливо в отношении концентрационного гальванического элемента $\text{Cu} 0,01 \text{ M CuSO}_4 0,1 \text{ M CuSO}_4 \text{Cu}$ 1. электроны самопроизвольно перетекают из правого отделения в левое отделение 2. медный электрод в левом отделении играет роль катода 3. медный электрод в левом отделении играет роль анода 4. концентрация меди в правом отделении при работе гальванического элемента возрастает	ОПК-1
18. Какая реакция регулирует соотношение однозарядных и двухзарядных ионов меди в медном электролите: 1. гидролиза 2. диссоциации 3. комплексообразования 4. диспропорционирования	ОПК-1
19. Для построения численной шкалы электродных потенциалов, равным нулю принимается потенциал электрода: 1. каломельного 2. хлор-серебряного 3. кислородного	ОПК-1

4. водородного	
20. Джоулево тепло выделяется при протекании: 1. цементации 2. кристаллизации 3. электролиза 4. выпаривания	ОПК-1
21. В электрохимической системе проводником первого рода не является: 1. электролит 2. анод 3. внешняя цепь 4. катод	ОПК-1
22. При электроэкстракции водного раствора сульфата меди на аноде: 1. выделяется водород 2. выделяется медь 3. выделяется кислород 4. окисляется сульфат-ион	ОПК-1
23. Какое количество электричества теоретически необходимо затратить на восстановление электролизом 1т алюминия: 1. 136 кА·ч 2. 136 кА·ч 3. 2980 кА·ч 4. 136 кА·ч	ОПК-1
24. Какое из перечисленных условий справедливо для электролиза меди и никеля при равных условиях подвода электричества: 1. меди выделится на катоде в 2 раза меньше, чем никеля 2. никеля выделится на катоде в 2 раза меньше, чем меди 3. меди выделится больше, чем никеля 4. никеля выделится больше, чем меди	ОПК-1
25. Сколько времени необходимо вести электролиз, чтобы на катоде выделилось 268 кг меди при силе тока 10 кА и выходе по току 94 %? 1. 112ч 2. 24 ч 3. 36 ч 4. 48 ч	ОПК-1