

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Игнатенко Виталий Иванович
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 23.08.2025 10:55:55
Уникальный программный ключ:
a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заполярье государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«Производство меди»

Факультет: ГТФ

Направление подготовки: 22.03.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): «Прогрессивные методы получения цветных металлов»

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра «Металлургии, машин и оборудования»
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

К.с-х.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Носова О.В.

(ФИО)

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

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

**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
ПК-1: Способствует осуществлению и корректировке технологических процессов в металлургии	ПК-1.1: Применяет знания основных закономерностей протекания металлургических процессов для повышения эффективности производства цветных металлов ПК-1.2: Использует основные принципы разработки технических решений и технологий в области металлургии

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Структура и содержание курса. Классификация медьсодержащего сырья	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Состояние сырьевой базы и перспективы ее развития	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Технологические схемы и основное оборудование	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Подготовка руд и концентратов к металлургической переработке	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Обжиг медных концентратов	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Плавка медных концентратов на штейн	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Переработка штейна на черновую медь	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Непрерывные совмещенные процессы комплексной переработки медьсодержащего сырья	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Огневое рафинирование черновой меди	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Электролитическое рафинирование меди	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Основы гидрометаллургии меди	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Зачет	ПК-1	Решение всех тестовых заданий по темам	Решение всех тестовых заданий по темам

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»				
	Тестовые задания	В течение обучения по дисциплине	от 0 до 5 баллов	Зачет/Незачет
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				

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

Для очной, очно-заочной формы обучения
Задания для текущего контроля и сдачи дисциплины

Вариант 1

1.Молярная масса моихукита $\text{Cu}_9(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_{16}$: Ответ: 1. 158 г/моль. 2. 2123 г/моль. 3. 1245 г/моль. 4. 3112 г/моль.	ПК-1
2. Вычислить содержание магния в карбонате магния MgCO_3 ? Ответ: 1. 31,16% . 2. 26,31%. 3. 28,57%. 4. 41,23%.	ПК-1
3. В процессе железоочистки железистых хвостов, образующихся при серосульфидной флотации, протекает реакция $2\text{FeSO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{CaCO}_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow$.	ПК-1

Сколько потребуется м³ воздуха, если по реакции расходуется 23,88 кг FeSO₄. Ответ: 1. 6,1 м³. 2. 4,2 м³. 3. 6,9 м³. 4. 8,8 м³.	
4. Рассчитать массу азота, который занимает при нормальных условиях объем 400 м³. Ответ: 1. 190 кг. 2. 350 кг. 3. 250 кг. 4. 500 кг.	ПК-1
5. Истинная молярная теплоемкость оксида железа (II) FeO в интервале 298–1650 К выражается уравнением $C_p = 50,80 + 8,61 \cdot 10^{-3} T - 3,31 \cdot 10^{-5} T^2.$ Рассчитать истинную молярную теплоемкость FeO при 100 °С. Ответ: 1. ~51,63 Дж/(моль·К). 2. ~58,83 Дж/(моль·К). 3. ~91,63 Дж/(моль·К). 4. ~58,81 Дж/(моль·К).	ПК-1
6. Молярная теплоемкость воздуха при постоянном давлении в интервале температур 100 и 400 °С составляет 31,36 Дж/(моль·К). Чему равняется его удельная теплоемкость? Ответ: 1. 1,54 Дж/(г·К). 2. 1,45 Дж/(г·К). 3. 2,03 Дж/(г·К). 4. 1,08 Дж/(г·К).	ПК-1
7. Какому минералу соответствует формула NiFeS₂? Ответ: 1. Халькопирит. 2. Пентландит. 3. Халькозин.	ПК-1

4. Кубанит.																			
8. Формула хизлевудита? Ответ: 1. NiFeS ₂ . 2. Ni ₃ S ₂ . 3. FeS ₂ . 4. Fe ₇ S ₈ .	ПК-1																		
9. Найти при температуре 25 °С среднюю удельную теплоемкость металлосодержащей шихты, состав которой приведен в таблице <table><tr><td>Компоненты</td><td>Масса, кг</td><td>C, Дж/(моль·К)</td></tr><tr><td>Cu₂S</td><td>47,82</td><td>76,32</td></tr><tr><td>NiFeS₂</td><td>6,62</td><td>86,2</td></tr><tr><td>Fe₇S₈</td><td>14,96</td><td>318,5</td></tr><tr><td>SiO₂</td><td>26,10</td><td>44,43</td></tr><tr><td>Прочие</td><td>4,50</td><td>-</td></tr></table> Ответ: 1. ~1,54 кДж/(кг·К). 2. ~0,45 кДж/(кг·К). 3. ~2,03 кДж/(кг·К). 4. ~1,08 кДж/(кг·К).	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)	Cu ₂ S	47,82	76,32	NiFeS ₂	6,62	86,2	Fe ₇ S ₈	14,96	318,5	SiO ₂	26,10	44,43	Прочие	4,50	-	ПК-1
Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)																	
Cu ₂ S	47,82	76,32																	
NiFeS ₂	6,62	86,2																	
Fe ₇ S ₈	14,96	318,5																	
SiO ₂	26,10	44,43																	
Прочие	4,50	-																	
10. Какой металл нельзя использовать в качестве цементатора при вытеснении меди из раствора , если стандартный потенциал меди +0,34 В? <table><tr><td>Me</td><td>Zn</td><td>Co</td><td>Hg</td><td>In</td></tr><tr><td>ε°, В</td><td>-0,763</td><td>-0,270</td><td>+0,798</td><td>-0,343</td></tr></table> Ответ: 1. Co. 2. Zn. 3. Hg. 4. In.	Me	Zn	Co	Hg	In	ε°, В	-0,763	-0,270	+0,798	-0,343	ПК-1								
Me	Zn	Co	Hg	In															
ε°, В	-0,763	-0,270	+0,798	-0,343															
11. Под десульфуризацией понимается: Ответ: 1. Извлечение серы в штейн. 2. Пылевынос.	ПК-1																		

3. Извлечение серы в газовую фазу. 4. Содержание серы в штейне.																			
12. Для чего в медный электролит добавляют серную кислоту? Ответ: 1. Для уменьшения дендритообразования. 2. Для подавления питтингообразования. 3. Для повышения электропроводности электролита. 4. Для снижения содержания примесей в катодном металле.	ПК-1																		
13. В какой печи производят плавку на штейн на Медном заводе ПАО «ГМК «НН»? Ответ: 1. Отражательной печи. 2. Рудно-термической печи. 3. Печи взвешенной плавки. 4. Печи Ванюкова.	ПК-1																		
14. С повышением десульфуризации: Ответ: 1. Уменьшается выход шлака. 2. Повышается содержание цветных металлов в штейне. 3. Увеличивается масса штейна. 4. Повышается извлечение цветных металлов в штейн.	ПК-1																		
15. Найти при температуре 25 °С среднюю удельную теплоемкость металлосодержащей шихты, состав которой приведен в таблице <table><tr><td>Компоненты</td><td>Масса, кг</td><td>C, Дж/(моль·К)</td></tr><tr><td>Cu₂S</td><td>47,82</td><td>76,32</td></tr><tr><td>NiFeS₂</td><td>6,62</td><td>86,2</td></tr><tr><td>Fe₇S₈</td><td>14,96</td><td>318,5</td></tr><tr><td>SiO₂</td><td>26,10</td><td>44,43</td></tr><tr><td>Прочие</td><td>4,50</td><td>-</td></tr></table> Ответ: 1. ~1,54 кДж/(кг·К).	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)	Cu ₂ S	47,82	76,32	NiFeS ₂	6,62	86,2	Fe ₇ S ₈	14,96	318,5	SiO ₂	26,10	44,43	Прочие	4,50	-	ПК-1
Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)																	
Cu ₂ S	47,82	76,32																	
NiFeS ₂	6,62	86,2																	
Fe ₇ S ₈	14,96	318,5																	
SiO ₂	26,10	44,43																	
Прочие	4,50	-																	

2. $\sim 0,45$ кДж/(кг·К). 3. $\sim 2,03$ кДж/(кг·К). 4. $\sim 1,08$ кДж/(кг·К).	
16. Область, где не применяется кобальт: Ответ: 1. Жаропрочные сплавы 2. Основной элемент в сплавах 3. для изготовления посуды 4. легирующий элемент в сплавах	ПК-1
17. Сплавы, имеющие высокое сопротивление термической усталости, содержат кобальт: Ответ: 1. До 50 % 2. До 60% 3. До 70% 4. До 80%	ПК-1
18. В каком соединении никель проявляет сильные окислительные свойства? Ответ: 1. Ni_2O_3 2. $NiOH$ 3. NiS 4. NiO	ПК-1
19. В рудах медь находится в виде: Ответ: 1. чистом 2. сернистых соединениях, оксидах, гидрокарбонатах 3. оксидах железа, пирита, кварцита 4. различных соединениях содержащих Al_2O_3, MgO, CaO	ПК-1
20. Какой из металлов поставляется Норильским никелем на Лондонскую биржу? Ответ: 1. Кобальт 2. Медь 3. Никель 4. Железо	ПК-1
21. Какой из перечисленных металлов является самым дорогим на рынке? Ответ: 1. Кобальт	ПК-1

2. Медь 3. Никель 4. Железо	
22. После огневого рафинирования получают медь частотой: Ответ: 1. 100% 2. 85% 3. 70-72% 4. 99-99,5%	ПК-1
23. При какой температуре никель проявляет свойства магнетита? Ответ: 1. 800 2. 500 и выше 3. 340 и выше 4. 600 и выше	ПК-1
24. Никель в сульфидных рудах содержится в виде: Ответ: 1. NiOH 2. NiO ₂ 3. NiS 4. NiSO ₄	ПК-1
25. Какому минералу соответствует формула NiFeS ₂ ? Ответ: 1. Халькопирит. 2. Пентландит. 3. Халькозин. 4. Кубанит.	ПК-1

Вариант 2

1. Молярная масса никелевого купороса NiSO ₄ ·7H ₂ O: Ответ: 1. 155 г. 2. 398 г. 3. 281 г. 4. 417 г.	ПК-1
2. Вычислить содержание серы в кубаните CuFe ₂ S ₃ ? Ответ: 1. 35,29% .	ПК-1

2. 26,31%. 3. 30,57%. 4. 40,21%.	
3. В процессе железоочистки железистых хвостов, образующихся при серосульфидной флотации, протекает реакция $2\text{FeSO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{CaCO}_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow.$ Сколько образуется гидроксида железа, если в жидкой фазе 1 м³ пульпы железистых хвостов содержится 10,8 кг Fe, а остаточное содержание железа в жидкой фазе после железоочистки составляет 2 г/л . Ответ: 1. 14,11 кг. 2. 18,05 кг. 3. 17,63 кг. 4. 16,81 кг.	ПК-1
4. Сколько м³ кислорода потребуется для окисления 150 кг троилита FeS до юстита FeO, если процесс протекает при нормальных условиях? Ответ: 1. 66,1 м³. 2. 50,2 м³. 3. 57,3 м³. 4. 48,8 м³.	ПК-1
5. Истинная молярная теплоемкость воздуха при постоянном давлении выражается уравнением $C_p = 27,20 + 4,18 \cdot 10^{-3} T.$ Найти истинную удельную теплоемкость при постоянном давлении при температуре 150 °С. Ответ: 1. ~20,63 Дж/(моль·К). 2. ~48,83 Дж/(моль·К). 3. ~31,63 Дж/(моль·К). 4. ~28,99 Дж/(моль·К).	ПК-1
6. Молярная теплоемкость магнетита Fe₃O₄ при температуре 25 °С. составляет 129,3 Дж/(моль·К). Чему равняется его удельная теплоемкость? Ответ: 1. 1,54 Дж/(г·К). 2. 0,65 Дж/(г·К). 3. 0,83 Дж/(г·К). 4. 1,08 Дж/(г·К).	ПК-1
7. Какому минералу соответствует формула CuFe₂S₃?	ПК-1

Ответ: 1. Халькопирит. 2. Пентландит. 3. Халькозин. 4. Кубанит.																			
8. Формула пирротина? Ответ: 1. NiFeS ₂ . 2. Ni ₃ S ₂ . 3. FeS ₂ . 4. Fe ₇ S ₈ .	ПК-1																		
9. Найти при температуре 25 °С среднюю удельную теплоемкость металлосодержащей шихты, состав которой приведен в таблице <table><tr><td>Компоненты</td><td>Масса, кг</td><td>C, Дж/(моль·К)</td></tr><tr><td>CuFeS₂</td><td>57,82</td><td>86,2</td></tr><tr><td>NiFeS₂</td><td>6,62</td><td>86,2</td></tr><tr><td>Fe₇S₈</td><td>14,96</td><td>318,5</td></tr><tr><td>SiO₂</td><td>16,10</td><td>44,43</td></tr><tr><td>Прочие</td><td>4,50</td><td>-</td></tr></table> Ответ: 1. ~0,51 кДж/(кг·К). 2. ~0,45 кДж/(кг·К). 3. ~1,03 кДж/(кг·К). 4. ~0,88 кДж/(кг·К).	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)	CuFeS ₂	57,82	86,2	NiFeS ₂	6,62	86,2	Fe ₇ S ₈	14,96	318,5	SiO ₂	16,10	44,43	Прочие	4,50	-	ПК-1
Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)																	
CuFeS ₂	57,82	86,2																	
NiFeS ₂	6,62	86,2																	
Fe ₇ S ₈	14,96	318,5																	
SiO ₂	16,10	44,43																	
Прочие	4,50	-																	
10. Из перечисленных металлов выбрать металл, для которого оставшиеся металлы пригодны в качестве металлов-цементаторов? <table><tr><td>Me</td><td>Zn</td><td>Co</td><td>Hg</td><td>Cu</td></tr><tr><td>ε°, В</td><td>-0,763</td><td>-0,270</td><td>+0,798</td><td>+ 0,34</td></tr></table> Ответ: 1. Co. 2. Zn. 3. Hg. 4. Cu.	Me	Zn	Co	Hg	Cu	ε°, В	-0,763	-0,270	+0,798	+ 0,34	ПК-1								
Me	Zn	Co	Hg	Cu															
ε°, В	-0,763	-0,270	+0,798	+ 0,34															
11. Чему равняется десульфуризация, если при плавке на штейн в шихте содержалось 26,72 т серы, а в полученных штейне и шлаке 8,05 т и 0,23 т соответственно:	ПК-1																		

Ответ: 1. 55 % . 2. 69 %. 3. 60 %. 4. 48 %.	
12. Для чего в медный электролит добавляют тиомочевину? Ответ: 1. Для уменьшения дендритообразования. 2. Для подавление питтингообразования. 3. Для повышения электропроводности электролита. 4. Для исключения загибирования катода.	ПК-1
13. В какой печи производят плавку на штейн на Надеждинском металлургическом заводе? Ответ: 1. Отражательной печи. 2. Рудно-термической печи. 3. Печи взвешенной плавки. 4. Печи Ванюкова.	ПК-1
14. При конвертировании никелевого штейна получают: Ответ: 1. Файнштейн. 2. Черновую медь. 3. Анодную медь. 4. Отвальный шлак.	ПК-1
15. Пирротиновый концентрат является: Ответ: 1. Коллективным концентратом. 2. Отвальными хвостами. 3. Промпродуктом. 4. Селективным концентратом.	ПК-1
16. Какие элементы входят в состав сплава стеллита? Ответ: 1. Кобальт, хром, никель, марганец 2. Кобальт, медь, вольфрам, никель 3. Кобальт, ниобий, кислород, углерод 4. Кобальт, вольфрам, кремний, углерод	ПК-1

17. Чем обусловлено широкое применение меди в промышленности? Ответ: 1. высокой плотностью 2. высокой электрической проводимостью 3. хорошей растворимостью в кислотах 4. мягкость	ПК-1
18. Какому минералу соответствует формула CuFe_2S_3? Ответ: 1. Халькопирит. 2. Пентландит. 3. Халькозин. 4. Кубанит.	ПК-1
19. <i>Формула пирротина?</i> Ответ: 1. NiFeS_2. 2. Ni_3S_2. 3. FeS_2. 4. Fe_7S_8.	ПК-1
20. Гидрометаллургический способ получения меди не нашел своего широкого применения, почему? Ответ: 1. Финансово затратно 2. малая эффективность 3. <i>невозможно извлекать попутно с медью драгоценные металлы</i> 4. <i>в ходе извлечения возникают реакции взаимодействующие с чистой медью</i>	ПК-1
21. Сколько процентов от всемирного производства кобальта производит Норильский никель? Ответ: 1. 1% 2. 20% 3. 10% 4. 5%	ПК-1
22. <i>Какой из приведенных сульфидов не является высшим?</i> Ответ: 1. Fe_7S_8. 2. CuS. 3. Cu_2S. 4. NiFeS_2.	ПК-1

23. После огневого рафинирования получают медь частотой: Ответ: 1. 100% 2. 85% 3. 70-72% 4. 99-99,5%	ПК-1																		
24. Найти при температуре 25 °С среднюю удельную теплоемкость металлосодержащей шихты, состав которой приведен в таблице <table><tr><td>Компоненты</td><td>Масса, кг</td><td>C, Дж/(моль·К)</td></tr><tr><td>CuFeS₂</td><td>57,82</td><td>86,2</td></tr><tr><td>NiFeS₂</td><td>6,62</td><td>86,2</td></tr><tr><td>Fe₇S₈</td><td>14,96</td><td>318,5</td></tr><tr><td>SiO₂</td><td>16,10</td><td>44,43</td></tr><tr><td>Прочие</td><td>4,50</td><td>-</td></tr></table> Ответ: 1. ~0,51 кДж/(кг·К). 2. ~0,45 кДж/(кг·К). 3. ~1,03 кДж/(кг·К). 4. ~0,88 кДж/(кг·К).	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)	CuFeS ₂	57,82	86,2	NiFeS ₂	6,62	86,2	Fe ₇ S ₈	14,96	318,5	SiO ₂	16,10	44,43	Прочие	4,50	-	ПК-1
Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)																	
CuFeS ₂	57,82	86,2																	
NiFeS ₂	6,62	86,2																	
Fe ₇ S ₈	14,96	318,5																	
SiO ₂	16,10	44,43																	
Прочие	4,50	-																	
25. Обогащение медных руд проводят методом: Ответ: 1. гидратации 2. флотации 3. поляризации 4. электролитическим рафинированием	ПК-1																		

Вариант 3

1. Молярная масса фаялита (FeO)₂·SiO₂: Ответ: 1. 179 г/моль. 2. 148 г/моль. 3. 1976 г/моль. 4. 2012 г/моль.	ПК-1
2. Вычислить содержание воды в медном купоросе CuSO₄·5H₂O? Ответ: 1. 35,1% . 2. 26,0%.	ПК-1

3. 32,5%. 4. 36,0%.	
3. В процессе железоочистки железистых хвостов, образующихся при серосульфидной флотации, протекает реакция $2\text{FeSO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{CaCO}_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow.$ Сколько образуется гипса, если по реакции расходуется 23,88 кг FeSO_4. Ответ: 1. 14,11 кг. 2. 18,05 кг. 3. 27,03 кг. 4. 16,81 кг.	ПК-1
4. При осаждении цветных металлов металлизированными железорудными окатышами (МЖО) часть их тратится непроизводительно за счет протекания реакции $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ Сколько выделится м^3 водорода, если при протекании реакции нейтрализуется 3,09 кг кислоты жидкой фазы пульпы? Ответ: 1. 1,121 м^3. 2. 0,706 м^3. 3. 0,279 м^3. 4. 2,03 м^3.	ПК-1
5. Истинная молярная теплоемкость оксида меди (I) Cu_2O в интервале 298-1500 К выражается уравнением $C_p = 56,57 + 29,29 \cdot 10^{-3} T$ Рассчитать истинную молярную теплоемкость Cu_2O при 127 °С. Ответ: 1. ~20,63 Дж/(моль·К). 2. ~68,29 Дж/(моль·К). 3. ~31,63 Дж/(моль·К). 4. ~28,99 Дж/(моль·К).	ПК-1
6. Молярная теплоемкость SiO_2 при температуре 25 °С составляет 44,43 Дж/(моль·К). Чему равняется его удельная теплоемкость? Ответ: 1. 0,74 Дж/(г·К). 2. 0,65 Дж/(г·К). 3. 0,83 Дж/(г·К). 4. 1,08 Дж/(г·К).	ПК-1
7. Какому минералу соответствует формула CuFeS_2 ?	ПК-1

Ответ: 1. Халькопирит. 2. Пентландит. 3. Халькозин. 4. Кубанит.																			
8. Ф о р м у л а ф а я л и т а ? Ответ: 1. NiFeS ₂ . 2. Ni ₃ S ₂ . 3. (FeO) ₂ ·SiO ₂ . 4. Fe ₇ S ₈ .	ПК-1																		
9. Найти при температуре 25 °С среднюю удельную теплоемкость металлосодержащей шихты, состав которой приведен в таблице <table><tr><td>Компоненты</td><td>Масса, кг</td><td>C, Дж/(моль·К)</td></tr><tr><td>CuFeS₂</td><td>37,82</td><td>86,2</td></tr><tr><td>Fe₇S₈</td><td>44,96</td><td>318,5</td></tr><tr><td>Fe₃O₄</td><td>6,62</td><td>150,79</td></tr><tr><td>SiO₂</td><td>5,10</td><td>44,43</td></tr><tr><td>Прочие</td><td>5,50</td><td>-</td></tr></table> Ответ: 1. ~0,62 кДж/(кг·К). 2. ~0,75 кДж/(кг·К). 3. ~0,51 кДж/(кг·К). 4. ~0,88 кДж/(кг·К).	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)	CuFeS ₂	37,82	86,2	Fe ₇ S ₈	44,96	318,5	Fe ₃ O ₄	6,62	150,79	SiO ₂	5,10	44,43	Прочие	5,50	-	ПК-1
Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)																	
CuFeS ₂	37,82	86,2																	
Fe ₇ S ₈	44,96	318,5																	
Fe ₃ O ₄	6,62	150,79																	
SiO ₂	5,10	44,43																	
Прочие	5,50	-																	
10. Выбрать металл-цементатор, пригодный для вытеснения из раствора оставшихся металлов: <table><tr><td>Me</td><td>Zn</td><td>Co</td><td>Ni</td><td>Cu</td></tr><tr><td>ε°, В</td><td>-0,763</td><td>-0,270</td><td>-0,23</td><td>+ 0,34</td></tr></table> Ответ: 1. С . 2. Zn. 3. Ni . 4. Cu .	Me	Zn	Co	Ni	Cu	ε°, В	-0,763	-0,270	-0,23	+ 0,34	ПК-1								
Me	Zn	Co	Ni	Cu															
ε°, В	-0,763	-0,270	-0,23	+ 0,34															
11. При плавке на штейн шихты, содержащей 28,98 т серы, десульфуризация составила 70%, получен штейн с содержанием 8,35 т серы. Сколько серы перешло в шлак? Ответ: 1. 0,25 т.	ПК-1																		

2. 0,45 т. 3. 0,32 т. 4. 0,41 т.	
12. Для чего в медный электролит добавляют ПАВ волгонат? Ответ: 1. Для уменьшения дендритообразования. 2. Для уменьшения испарения электролита. 3. Для повышения электропроводности электролита. 4. Для исключения загибания катода.	ПК-1
13. В состав медного электролита не входит? Ответ: 1. Серная кислота. 2. Сульфат меди. 3. Сульфонат. 4. Хлорид натрия.	ПК-1
14. Формула хизлевудита? Ответ: 1. NiFeS_2. 2. Ni_3S_2. 3. $(\text{FeO})_2 \cdot \text{SiO}_2$. 4. Fe_7S_8.	ПК-1
15. Сколько процентов от всемирного производства никеля производит Норильский никель? Ответ: 1. 12% 2. 6% 3. 50% 4. 19%	ПК-1
16. Какое место занимает Россия в мировом производстве никеля? Ответ: 1. первое 2. второе 3. третье 4. четвертое	ПК-1
17. Для чего в медный электролит добавляют ПАВ волгонат?	ПК-1

Ответ: 1. Для уменьшения дендритообразования. 2. Для уменьшения испарения электролита. 3. Для повышения электропроводности электролита. 4. Для исключения загибания катода.																			
18. В состав медного электролита не входит? Ответ: 1. Серная кислота. 2. Сульфат меди. 3. Сульфонат. 4. Хлорид натрия.	ПК-1																		
19. Найти при температуре 25 °С среднюю удельную теплоемкость металлосодержащей шихты, состав которой приведен в таблице <table><tr><td>Компоненты</td><td>Масса, кг</td><td>C, Дж/(моль·К)</td></tr><tr><td>CuFeS₂</td><td>37,82</td><td>86,2</td></tr><tr><td>Fe₇S₈</td><td>44,96</td><td>318,5</td></tr><tr><td>Fe₃O₄</td><td>6,62</td><td>150,79</td></tr><tr><td>SiO₂</td><td>5,10</td><td>44,43</td></tr><tr><td>Прочие</td><td>5,50</td><td>-</td></tr></table> Ответ: 1. ~0,62 кДж/(кг·К). 2. ~0,75 кДж/(кг·К). 3. ~0,51 кДж/(кг·К). 4. ~0,88 кДж/(кг·К).	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)	CuFeS ₂	37,82	86,2	Fe ₇ S ₈	44,96	318,5	Fe ₃ O ₄	6,62	150,79	SiO ₂	5,10	44,43	Прочие	5,50	-	ПК-1
Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)																	
CuFeS ₂	37,82	86,2																	
Fe ₇ S ₈	44,96	318,5																	
Fe ₃ O ₄	6,62	150,79																	
SiO ₂	5,10	44,43																	
Прочие	5,50	-																	
20. Какой из приведенных сульфидов не является низшим? Ответ: 1. Co ₃ S ₂ . 2. CuS. 3. Cu ₂ S. 4. Ni ₃ S ₂ .	ПК-1																		
21. Для механической обработки слитков кобальта используют: Ответ: 1. Щековую дробилку 2. Валковую дробилку 3. Галтовочный барабан 4. Электромагнитный сепаратор	ПК-1																		
22. Формула стеората кобальта:	ПК-1																		

Ответ: 1. $\text{Co}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CoO})_2$ 2. CoS 3. $\text{Co}_2(\text{CO})_8$ 4. CoAsS	
23. Содержание никеля в рудах: Ответ: 1. от 5 до 10% 2. от 3 до 5% 3. от 0,3 до 0,5% 4. от 0,5 до 1,0%	ПК-1
24. Формула оксида кобальта (III): Ответ: 1. CoO 2. Co_2O_3 3. Co_2S_3 4. $\text{Co}_2(\text{CO})_8$	ПК-1
25. Формула тенаровой сини: Ответ: 1. $\text{CoO} \cdot \text{ZnO}$ 2. CoAsS 3. Co_2S_3 4. $(\text{CoAl}_2)\text{O}_4$	ПК-1

Вариант 4

1. Молярная масса пентландита $(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$: Ответ: 1. 779 г/моль. 2. 843 г/моль. 3. 976 г/моль. 4. 1291 г/моль.	ПК-1
2. Вычислить содержание никеля в моихуките $\text{Cu}_9(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_{16}$? Ответ: 1. 35,90% . 2. 25,01%. 3. 28,15%. 4. 36,02%.	ПК-1
3. В процессе железоочистки железистых хвостов, образующихся при серосульфидной флотации, протекает реакция	ПК-1

$2\text{FeSO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{CaCO}_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow.$ Сколько потребуется известняка, если по реакции расходуется 23,88 кг FeSO_4. Ответ: 1. 10,11 кг. 2. 11,05 кг. 3. 15,71 кг. 4. 18,81 кг.	
4. При автоклавном выщелачивании пирротинового концентрата окисление халькопирита происходит по реакции: $5\text{CuFeS}_2 + 9,5\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{CuSO}_4 + 5\text{FeSO}_4 + 7\text{S}^0 + 7\text{H}_2\text{O}.$ Сколько необходимо затратить м^3 кислорода для окисления 0,8 кг халькопирита? Ответ: 1. 1,122 м^3. 2. 0,706 м^3. 3. 0,185 м^3. 4. 1,032 м^3.	ПК-1
5. Истинная молярная теплоемкость для O_2 в интервале 298-3000 К выражается уравнением $C_p = 31,46 + 3,39 \cdot 10^{-3} T - 3,77 \cdot 10^{-5} T^{-2},$ Рассчитать истинную молярную теплоемкость кислорода при 1227 °С. Ответ: 1. ~29,63 Дж/(моль·К). 2. ~68,29 Дж/(моль·К). 3. ~36,40 Дж/(моль·К). 4. 2~8,99 Дж/(моль·К).	ПК-1
6. Молярная теплоемкость сульфида железа (II) FeS при температуре 25 °С составляет 50,54 Дж/(моль·К). Чему равняется его удельная теплоемкость? Ответ: 1. 0,74 Дж/(г·К). 2. 0,65 Дж/(г·К). 3. 0,83 Дж/(г·К). 4. 0,57 Дж/(г·К).	ПК-1
7. Какому минералу соответствует формула Cu_2S? Ответ: 1. Халькопирит. 2. Пентландит.	ПК-1

3. Халькозин. 4. Кубанит.																			
8. Формула магнетита? Ответ: 1. Fe ₃ O ₄ . 2. Ni ₃ S ₂ . 3. (FeO) ₂ ·SiO ₂ . 4. Fe ₇ S ₈ .	ПК-1																		
9. Найти при температуре 25 °С среднюю удельную теплоемкость металлосодержащей шихты, состав которой приведен в таблице <table><tr><td>Компоненты</td><td>Масса, кг</td><td>C, Дж/(моль·K)</td></tr><tr><td>CuFeS₂</td><td>27,82</td><td>86,2</td></tr><tr><td>Fe₇S₈</td><td>44,92</td><td>318,5</td></tr><tr><td>Fe₃O₄</td><td>16,62</td><td>150,79</td></tr><tr><td>SiO₂</td><td>4,14</td><td>44,43</td></tr><tr><td>Прочие</td><td>6,50</td><td>-</td></tr></table> Ответ: 1. ~0,62 кДж/(кг·K). 2. ~0,75 кДж/(кг·K). 3. ~0,53 кДж/(кг·K). 4. ~0,58 кДж/(кг·K).	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·K)	CuFeS ₂	27,82	86,2	Fe ₇ S ₈	44,92	318,5	Fe ₃ O ₄	16,62	150,79	SiO ₂	4,14	44,43	Прочие	6,50	-	ПК-1
Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·K)																	
CuFeS ₂	27,82	86,2																	
Fe ₇ S ₈	44,92	318,5																	
Fe ₃ O ₄	16,62	150,79																	
SiO ₂	4,14	44,43																	
Прочие	6,50	-																	
10. Из перечисленных металлов выбрать металл, для которого оставшиеся металлы пригодны в качестве металлов-цементаторов? <table><tr><td>Me</td><td>Zn</td><td>Cd</td><td>Ni</td><td>Fe</td></tr><tr><td>ε°, В</td><td>-0,763</td><td>-0,402</td><td>-0,23</td><td>- 0,44</td></tr></table> Ответ: 1. Cd. 2. Ni. 3. Zn. 4. Fe.	Me	Zn	Cd	Ni	Fe	ε°, В	-0,763	-0,402	-0,23	- 0,44	ПК-1								
Me	Zn	Cd	Ni	Fe															
ε°, В	-0,763	-0,402	-0,23	- 0,44															
11. При плавке на штейн шихты, содержащей 48,5 т серы, десульфуризация составила 75%. Сколько образовалось диоксида серы? При расчетах считаем, что триоксид серы в газовой фазе отсутствует. Ответ: 1. 84,5 т.	ПК-1																		

2. 750,4 т. 3. 63,2 т. 4. 72,0 т.	
12. Для чего в медный электролит добавляют хлорид натрия? Ответ: 1. Для снижения потерь серебра. 2. Для уменьшения испарения электролита. 3. Для повышения электропроводности электролита. 4. Для исключения загибирования катода.	ПК-1
13. Сродство к кислороду возрастает слева направо в следующем ряду сульфидов: Ответ: 1. $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{Ni}_3\text{S}_2 \rightarrow \text{CoS} \rightarrow \text{FeS}$. 2. $\text{FeS} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{Ni}_3\text{S}_2 \rightarrow \text{CoS}$. 3. $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{CoS} \rightarrow \text{Ni}_3\text{S}_2 \rightarrow \text{FeS}$. 4. $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{CoS} \rightarrow \text{Ni}_3\text{S}_2$.	ПК-1
14. Какому минералу соответствует формула Cu_2S? Ответ: 1. Халькопирит. 2. Пентландит. 3. Халькозин. 4. Кубанит.	ПК-1
15. Сколько процентов от всемирного производства меди производит Норильский никель? Ответ: 1. 2% 2. 6% 3. 10% 4. 15%	ПК-1
16. Сколько процентов на отечественном рынке приходится на долю Норильского никеля по кобальту? Ответ: 1. 75% 2. 85% 3. 95% 4. 99%	ПК-1

17. Содержание кобальта в рудах: Ответ: 1. От 1% до 10% 2. От 0,1% до 1% 3. От 0,01% до 0,1% 4. От 0,001% до 0,01%	ПК-1
18. Какова цель стадии подкисления в операции восстановления-растворения железокобальтовой пульпы? Ответ: 1. Восстановление Co (III) до Co (II) 2. Перевод Co (II) в Co (III) 3. Растворение Fe(OH)₂ 4. Растворение Fe(OH)₃	ПК-1
19. Рассчитать физическую теплоту шихты при 27 °С, если масса шихты 1,7 т, а удельная теплоемкость 0,69 кДж/(кг·К). Ответ: 1. ~32 МДж. 2. ~27 МДж. 3. ~48 МДж. 4. ~16 МДж.	ПК-1
20. Формула ринмановой зелени: Ответ: 1. CoAsS 2. CoO*ZnO 3. CoAs₂ 4. Co (C₁₇H₃₅CoO)₂	ПК-1
21. Формула ауреалина: Ответ: 1. CoO*ZnO 2. CoAsS 3. K₃[Co(NO₂)₆] 4. CoAs₂	ПК-1
22. Содержание кобальта в высококачественных кобальтовых рудах: Ответ: 1. Более 20-25% 2. Более 15-20% 3. Более 10-15% 4. Более 5 - 10 %	ПК-1
23. Какова цель стадии восстановления-растворения железокобальтовой пульпы?	ПК-1

Ответ: 1. Растворение в сернокислых растворах соединений кобальта, никеля, железа и карбоната никеля 2. Осаждение кобальта 3. Утилизация вредных примесей 4. Насыщение пульпы кобальтом	
24. Какое вещество применяют для стадии восстановления в качестве восстановителя? Ответ: 1. $\text{Na}(\text{OH})_2$ 2. NaCO_3 3. NaCl 4. NaHSO_3	ПК-1
25. Сколько стадий нейтрализации включает в себя производство кобальта? Ответ: 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4	ПК-1

Вариант 5

1. Молярная масса железистого халькопирита $\text{Cu}_{0,9}\text{Fe}_{1,14}\text{Ni}_{0,01}\text{S}_2$ Ответ: 1. 186 г/моль. 2. 548 г/моль. 3. 276 г/моль. 4. 143 г/моль.	ПК-1
2. Вычислить содержание железа в пентландите $(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$? Ответ: 1. 35,98% . 2. 29,01%. 3. 48,15%. 4. 39,04%.	ПК-1
3. В процессе железоочистки железистых хвостов, образующихся при серосульфидной флотации, протекает реакция $2\text{FeSO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{CaCO}_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow.$ Сколько образуется углекислого газа, если по реакции расходуется 23,88 кг FeSO_4. Ответ: 1. 2,11 м³.	ПК-1

2. 3,51 м³. 3. 4,92 м³. 4. 3,80 м³.	
4. После автоклавно-окислительного выщелачивания цветные металлы из окисленной пульпы осаждают железорудными окатышами. Осаждение никеля протекает по реакции $\text{NiSO}_4 + \text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{NiS} + \text{FeSO}_4$ Сколько потребуется металлизированных железорудных окатышей (МЖО) для осаждения из жидкой фазы пульпы 28,12 кг сульфата никеля, если в МЖО содержится 65 % железа? Ответ: 1. 14,81 кг. 2. 17,05 кг. 3. 15,63 кг. 4. 16,31 кг.	ПК-1
5. Истинная молярная теплоемкость для диоксида серы SO₂ в интервале 298-2000 К выражается уравнением $C_p = 46,19 + 7,87 \cdot 10^{-3} T - 7,70 \cdot 10^{-5} T^{-2},$ Рассчитать истинную молярную теплоемкость кислорода при 1127 °С. Ответ: 1. ~59,93 Дж/(моль·К). 2. ~68,29 Дж/(моль·К). 3. ~56,81 Дж/(моль·К). 4. ~48,99 Дж/(моль·К).	ПК-1
6. Молярная теплоемкость гематита Fe₂O₃ при температуре 25 °С составляет 50,54 Дж/(моль·К). Чему равняется его удельная теплоемкость? Ответ: 1. 0,74 Дж/(г·К). 2. 0,65 Дж/(г·К). 3. 0,83 Дж/(г·К). 4. 0,57 Дж/(г·К).	ПК-1
7. Какому минералу соответствует формула CuS? Ответ: 1. Ковеллин. 2. Пентландит. 3. Халькозин. 4. Кубанит.	ПК-1

8. Ф о р м у л а к р е м н е з ё м а ?	ПК-1																		
Ответ: 1. Fe3O4. 2. Ni3S2. 3. (FeO)2·SiO2. 4. SiO2.																			
9. Найти при температуре 25 °С среднюю удельную теплоемкость металлосодержащей шихты, состав которой приведен в таблице	ПК-1																		
<table><tr><td>Компоненты</td><td>Масса, кг</td><td>C, Дж/(моль·K)</td></tr><tr><td>CuFeS2</td><td>17,82</td><td>86,2</td></tr><tr><td>NiFeS2</td><td>6,62</td><td>86,2</td></tr><tr><td>Fe7S8</td><td>57,96</td><td>318,5</td></tr><tr><td>SiO2</td><td>13,10</td><td>44,43</td></tr><tr><td>Прочие</td><td>4,50</td><td>-</td></tr></table>	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·K)	CuFeS2	17,82	86,2	NiFeS2	6,62	86,2	Fe7S8	57,96	318,5	SiO2	13,10	44,43	Прочие	4,50	-	
Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·K)																	
CuFeS2	17,82	86,2																	
NiFeS2	6,62	86,2																	
Fe7S8	57,96	318,5																	
SiO2	13,10	44,43																	
Прочие	4,50	-																	
Ответ: 1. ~0,52 кДж/(кг·K). 2. ~0,45 кДж/(кг·K). 3. ~1,23 кДж/(кг·K). 4. ~0,78 кДж/(кг·K).																			
10. Выбрать металл-цементатор, пригодный для вытеснения из раствора оставшихся металлов:	ПК-1																		
<table><tr><td>Me</td><td>Co</td><td>Cd</td><td>Ni</td><td>Fe</td></tr><tr><td>ε°, В</td><td>-0,270</td><td>-0,402</td><td>-0,23</td><td>- 0,44</td></tr></table>	Me	Co	Cd	Ni	Fe	ε°, В	-0,270	-0,402	-0,23	- 0,44									
Me	Co	Cd	Ni	Fe															
ε°, В	-0,270	-0,402	-0,23	- 0,44															
Ответ: 1. Cd. 2. Zn. 3. Fe. 4. Ni.																			
11. При плавке на штейн шихты, содержащей 33,5 т серы, десульфуризация составила 74 %. Сколько образовалось триоксида серы? Отношение Sso2: Sso3=9:1.	ПК-1																		
Ответ: 1. ~5,5 т. 2. ~7,4 т. 3. ~8,2 т. 4. ~6,2 т.																			
12. Катодфарез приводит к:	ПК-1																		

Ответ: 1. Загидрированию катода. 2. Уменьшению испарения электролита. 3. Повышению электропроводности электролита. 4. Повышению потерь драгметаллов.	
13. При расчете удельного проплава печи используют размер металлургического агрегата: Ответ: 1. Высоту печи. 2. Площадь пода печи. 3. Площадь свода печи. 4. Длину печи.	ПК-1
14. Карбонил кобальта имеет формулу: Ответ: 1. CoS 2. Co₂(CO)₈ 3. CoAs₂ 4. CoAsS	ПК-1
15. Сколько процентов на отечественном рынке приходится на долю Норильского никеля по меди? Ответ: 1. 25% 2. 35% 3. 45% 4. 55%	ПК-1
16. Сколько процентов на отечественном рынке приходится на долю Норильского никеля по никелю? Ответ: 1. 56% 2. 86% 3. 96% 4. 99%	ПК-1
17. Формула кобальтина имеет вид: Ответ: 1. CoAsS 2. CoS 3. CoS₂ 4. CoAs₂	ПК-1

18. Содержание кобальта в обычных кобальтовых концентратах: Ответ: 1. 0,1-1% 2. 1-3% 3. 2-5% 4. 5 - 8 %	ПК-1																		
19. Найти при температуре 25 °С среднюю удельную теплоемкость металлосодержащей шихты, состав которой приведен в таблице <table><tr><td>Компоненты</td><td>Масса, кг</td><td>C, Дж/(моль·K)</td></tr><tr><td>CuFeS₂</td><td>17,82</td><td>86,2</td></tr><tr><td>NiFeS₂</td><td>6,62</td><td>86,2</td></tr><tr><td>Fe₇S₈</td><td>57,96</td><td>318,5</td></tr><tr><td>SiO₂</td><td>13,10</td><td>44,43</td></tr><tr><td>Прочие</td><td>4,50</td><td>-</td></tr></table> Ответ: 1. ~0,52 кДж/(кг·K). 2. ~0,45 кДж/(кг·K). 3. ~1,23 кДж/(кг·K). 4. ~0,78 кДж/(кг·K).	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·K)	CuFeS ₂	17,82	86,2	NiFeS ₂	6,62	86,2	Fe ₇ S ₈	57,96	318,5	SiO ₂	13,10	44,43	Прочие	4,50	-	ПК-1
Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·K)																	
CuFeS ₂	17,82	86,2																	
NiFeS ₂	6,62	86,2																	
Fe ₇ S ₈	57,96	318,5																	
SiO ₂	13,10	44,43																	
Прочие	4,50	-																	
20. Смальтин имеет формулу: Ответ: 1. CoS 2. CoS ₂ 3. CoAsS 4. C o A s ₂	ПК-1																		
21. С какой целью проводится перекристаллизация гидроксида железа в основной сульфат? Ответ: 1. Для получения разбавленной пульпы 2. Для ускорения фильтрации 3. Для замедления фильтрации 4. Для повышения плотности пульпы	ПК-1																		
22. Кобальтоникелевый колчедан имеет формулу: Ответ: 1. (Co, Ni) ₃ S ₂ 2. (Co, Ni)S ₃ 3. (Co, Ni) ₃ S ₄ 4. (C o , N i) S ₄	ПК-1																		

23. Какое вещество используют в качестве осадителя меди на четвертой стадии нейтрализации? Ответ: 1. Синильную кислоту 2. Натриевый щелок 3. Серный щелок 4. Царскую водку	ПК-1
24. Саффлорит имеет формулу: Ответ: 1. $(\text{CoFe})\text{As}_2$ 2. $(\text{CoNi})\text{As}_2$ 3. CoAs_2 4. CoAsS	ПК-1
25. На чем основана операция тонкой железоочистки? Ответ: 1. Осаждение железа в виде сульфида 2. осаждение чистого железа 3. осаждение двух валентного железа кислородом воздуха 4. осаждение трех валентного железа кислородом воздуха	ПК-1