

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
«Запорожский государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«Металлургия меди и никеля»

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:

Старший преподаватель

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Рогова Л.И.

(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
Принципиальные технологические схемы пирометаллургического получения меди и никеля	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Классификация процессов плавки сульфидного сырья	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Автогенные процессы плавки в фильтрующем слое и с сжиганием сульфидов в факеле.	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Автогенные процессы плавки в расплаве.	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Конвертирование штейнов.	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Методы разделения меди и никеля.	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Получение ферроникеля электроплавкой окисленных никелевых руд.	ПК-1	Тестовые задания	Решение всех тестовых заданий по темам
Гидрометаллургия медно-никелевого и никелевого материалов.	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 течении 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

ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО	Компетенция
1. Молярная масса моноклинита $\text{Cu}_9(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_{16}$: 1. 2123 г/моль 2. 158 г/моль 3. 1245 г/моль 4. 3112 г/моль	ПК-1
2. Вычислить содержание магния в карбонате магния MgCO_3 : 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 м ³ воздуха, если по реакции расходуется 23,88 кг FeSO ₄ ?							
1. 6,1 м ³ 2. 4,2 м ³ 3. 6,9 м ³ 4. 8,8 м ³							
4. Рассчитать массу азота, который занимает при нормальных условиях объем 400 м ³ . 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. 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? 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 NiFeS ₂ ? 1. Халькопирит 2. Пентландит 3. Халькозин 4. Кубанит	ПК-1						
8. Формула хизлевудита: 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	ПК-1						
<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></table>	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)	Cu ₂ S	47,82	76,32	
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	-	
1. ~1,54 кДж/(кг·К) 2. ~0,45 кДж/(кг·К) 3. ~2,03 кДж/(кг·К) 4. ~1,08 кДж/(кг·К)				
10. Какой металл нельзя использовать в качестве цементатора при вытеснении меди из раствора, если стандартный потенциал меди +0,34 В?				ПК-1
Me	Zn	Co	Hg	In
ε°, В	-0,763	-0,270	+0,798	-0,343
1. Co 2. Zn 3. Hg 4. In				
11. Под десульфуризацией понимается: 1. Извлечение серы в штейн 2. Пылевынос 3. Извлечение серы в газовую фазу 4. Содержание серы в штейне				ПК-1
12. Для чего в медный электролит добавляют серную кислоту? 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»? 1. Отражательной 2. Рудно-термической 3. Печи взвешенной плавки 4. Печи Ванюкова				ПК-1
14. При конвертировании медно-никелевого штейна получают: 1. Файнштейн 2. Черновую медь 3. Анодную медь 4. Отвальный шлак				ПК-1
15. По какой технологии перерабатывают пирротинный концентрат Талнахской обогатительной фабрики?				ПК-1

1. Гравитационное обогащение 2. Химическое обогащение 3. Флотационное обогащение 4. Плавка на штейн	
16. Какая из приведенных реакций является реакцией сульфидирования цветных металлов? 1. $MeS + CaO + C \leftrightarrow Me + CaS + CO_2$ 2. $CuFeS_2 = Cu_2S + 2FeS + \frac{1}{2}S$ 3. $Cu_2O + FeS \leftrightarrow Cu_2S + FeO$ 4. $Cu_2O + CO = 2Cu + CO_2$	ПК-1
17. Какое из перечисленных свойств шлака улучшается с ростом в нем содержания SiO ₂ ? 1. Плотность 2. Плавкость 3. Вязкость 4. Межфазное натяжение	ПК-1
18. К агрегатам с факельной плавкой относится: 1. Печь взвешенной плавки 2. Обеднительная электропечь 3. Печь Ванюкова 4. Рудно-термическая печь	ПК-1
19. В какой печи ведется плавка на штейн в восстановительной газовой атмосфере? 1. Печь взвешенной плавки 2. Отражательная 3. Печь Ванюкова 4. Рудно-термическая	ПК-1
20. Какой из приведенных процессов не относится к автогенным? 1. Норанда 2. Мицубиси 3. Отражательная плавка 4. Конвертирование	ПК-1
21. С повышением десульфуризации: 1. Уменьшается выход шлака 2. Повышается содержание цветных металлов в штейне 3. Увеличивается масса штейна 4. Повышается извлечение цветных металлов в штейне	ПК-1
22. Рассчитать массу медного никельсодержащего штейна при плавке шихты на штейн с содержанием Cu – 50 %, при извлечении в штейн Cu – 97 % и содержании её в шихте 22,90 т. 1. 44,42 т	ПК-1

2. 51,45 т 3. 62,03 т 4. 31,08 т	
23. Рассчитать массу халькопирита, пентландита, пирротина в 100 кг руды, если известен её химический состав (%): Cu-19,85, Ni-2,6; Fe-35,5; S-28,5 и прочие. Кроме того, известно, что 25 % меди содержится в кубаните. 1. ~44,42 кг; ~CuFeS ₂ ; ~1,45 кг NiFeS ₂ ; ~32,04 кг Fe ₇ S ₈ 2. ~47,64 кг CuFeS ₂ ; ~5,15 кг NiFeS ₂ ; ~16,25 кг Fe ₇ S ₈ 3. ~40,41 кг CuFeS ₂ ; ~5,47 кг NiFeS ₂ ; ~22,03 кг Fe ₇ S ₈ 4. ~50,44 кг CuFeS ₂ ; ~2,41 кг NiFeS ₂ ; ~22,02 кг Fe ₇ S ₈	ПК-1
24. Определить, какое количество теплоты выделится при ошлаковании 50 кг сульфида железа FeS при 25°C и атмосферном давлении? $2\text{FeS} + 3\text{O}_2 + \text{SiO}_2 = (\text{FeO})_2 \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{SO}_2$ Теплоты образования веществ, участвующих в реакции: $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{FeS})_{(к)} = -100,42 \text{ кДж/моль}$ $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{SiO}_2)_{(к)} = -910,94 \text{ кДж/моль}$ $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{SO}_2)_{(г)} = -296,90 \text{ кДж/моль}$ $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{FeO})_2 \cdot \text{SiO}_2 (к) = -1447,66 \text{ кДж/моль}$ 1. 319 кДж 2. 264кДж 3. 264 МДж 4. 319 МДж	ПК-1
25. Рассчитать физическую теплоту шихты при 25°C, если масса шихты 113,02 кг, а удельная теплоемкость 0,82 кДж/(кг·К). 1. ~2317 кДж 2. ~2510 кДж 3. ~2240 кДж 4. ~2430 МДж	ПК-1

Вариант 2

ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО	Компетенция
1. Молярная масса никелевого купороса NiSO ₄ ·7H ₂ O: 1. 155 г 2. 398 г 3. 281 г 4. 417 г	ПК-1
2. Вычислить содержание серы в кубаните CuFe ₂ S ₃ : 1. 35,29% 2. 26,31% 3. 30,57% 4. 40,21%	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 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? 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 вюститита FeO, если процесс протекает при нормальных условиях? 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. 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? 1. 1,54 Дж/(г·К) 2. 0,56 Дж/(г·К) 3. 0,83 Дж/(г·К) 4. 1,08 Дж/(г·К)	ПК-1
7. Какому минералу соответствует формула CuFe₂S₃? 1. Халькопирит 2. Пентландит 3. Халькозин 4. Кубанит	ПК-1

8. Формула пирротина: 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>С, 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> 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	С, 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	С, 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> 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: 1. 55 % 2. 69 % 3. 60 % 4. 48 %	ПК-1																		
12. Для чего в медный электролит добавляют тиомочевину? 1. Для уменьшения дендритообразования 2. Для подавления 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?	ПК-1																		

1. Отражательной 2. Рудно-термической 3. Печи взвешенной плавки 4. Печи Ванюкова	
14. При конвертировании медного штейна получают: 1. Файнштейн 2. Черновую медь 3. Анодную медь 4. Отвальный шлак	ПК-1
15. Пирротиновый концентрат является: 1. Коллективным концентратом 2. Отвальными хвостами 3. Промпродуктом 4. Селективным концентратом	ПК-1
16. Какая из приведенных реакций является реакцией диссоциации сульфидов? 1. $\text{MeS} + \text{CaO} + \text{C} \leftrightarrow \text{Me} + \text{CaS} + \text{CO}_2$ 2. $\text{CuFeS}_2 = \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + \frac{1}{2}\text{S}$ 3. $\text{Cu}_2\text{O} + \text{FeS} \leftrightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{FeO}$ 4. $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} = 2\text{Cu} + \text{CO}_2$	ПК-1
17. Какое из перечисленных свойств шлака ухудшается с ростом в нем содержания FeO? 1. Плотность 2. Плавкость 3. Вязкость 4. Межфазное натяжение на границе раздела шлак-металлсодержащий продукт	ПК-1
18. К печам с фильтрующим слоем относится: 1. Печь взвешенной плавки 2. Обоганительная электропечь 3. Печь Ванюкова 4. Шахтная печь	ПК-1
19. В какой печи нельзя перерабатывать кусковой материал? 1. Печь взвешенной плавки 2. Обоганительная электропечь 3. Печь Ванюкова 4. Рудно-термическая печь	ПК-1
20. Какой из приведенных сульфидов не является высшим? 1. Fe_7S_8	ПК-1

2. CuS 3. Cu ₂ S 4. NiFeS ₂	
21. Какой компонент из перечисленных, не входит в состав слюдок, образующихся при огневом рафинировании черновой меди? 1. Se 2. Ni 3. As 4. Sb	ПК-1
22. Рассчитать массу медно-никелевого штейна, образующегося при плавке шихты в ПВП, содержащей Cu – 4,11 т, Ni – 8,09 т, если извлечение в штейн Cu – 97 %, Ni – 95 %, а суммарное содержание меди и никеля в штейне составляет 38 %. 1. 44,42 т 2. 21,45 т 3. 42,03 т 4. 30,71 т	ПК-1
23. Рассчитать массу соединений в 100 кг оборотной пыли котла-утилизатора, содержащей ковеллин CuS, миллерит NiS, троилит FeS и прочие, если известен её химический состав (%): Cu-3,50, Ni-8,60; S-22,98 и прочие. 1. ~6,42 кг CuS; ~10,45 кг NiS; ~22,04 кг FeS 2. ~7,64 кг CuS; ~5,15 кг NiS; ~16,25 кг FeS 3. ~4,41 кг CuS; ~15,47 кг NiS; ~42,03 кг FeS 4. ~5,25 кг CuS; ~13,26 кг NiS; ~45,57 кг FeS	ПК-1
24. Определить, какое количество теплоты выделится при получении 390 кг металлического железа при 25°С и атмосферном давлении FeO + CO = Fe + CO ₂ Теплоты образования веществ, участвующих в реакции: $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{FeO})_{(к)} = -264,85 \text{ кДж/моль}$, $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CO})_{(г)} = -110,53 \text{ кДж/моль}$, $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CO}_2)_{(г)} = -393,51 \text{ кДж/моль}$. 1. ~126 кДж 2. ~126 МДж 3. ~164 МДж 4. ~164 кДж	ПК-1
25. Рассчитать физическую теплоту шихты при 35°С, если масса шихты 149 кг, а удельная теплоемкость 0,78 кДж/(кг·К). 1. ~2381 кДж 2. ~3900 кДж 3. ~4068 кДж 4. ~4474 кДж	ПК-1

Вариант 3

ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО	Компетенция
1. Молярная масса фаялита $(\text{FeO})_2 \cdot \text{SiO}_2$: 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 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1. 35,1% 2. 26,0% 3. 32,5% 4. 36,0%	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 гипса, если по реакции расходуется 23,88 кг FeSO_4? 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? 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. 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°C составляет 44,43 Дж/(моль·К). Чему равняется его удельная теплоемкость? 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 ? 1. Халькопирит 2. Пентландит 3. Халькозин 4. Кубанит	ПК-1																		
8. Формула фаялита? 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°C 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> 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> 1. Co 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 8,44 т серы. Сколько серы перешло в шлак? 1. 0,25 т 2. 0,45 т 3. 0,32 т	ПК-1																		

4. 0,41 т	
12. Для чего в медный электролит добавляют ПАВ волгонат? 1. Для уменьшения дендритообразования 2. Для уменьшения испарения электролита 3. Для повышения электропроводности электролита 4. Для исключения загибирования катода	ПК-1
13. В состав медного электролита не входит: 1. Серная кислота 2. Сульфат меди 3. Сульфонат 4. Хлорид натрия	ПК-1
14. При плавке в печи Ванюкова на Медном заводе получают: 1. Файнштейн 2. Черновую медь 3. Анодную медь 4. Отвальный шлак	ПК-1
15. Из пирротинового концентрата получают: 1. Рудный концентрат 2. Сульфидный концентрат 3. Серо-сульфидный концентрат 4. Серный концентрат	ПК-1
16. Какая из приведенных реакций является реакцией образования фаялита? 1. $MeS + CaO + C \leftrightarrow Me + CaS + CO_2$ 2. $CuFeS_2 = Cu_2S + 2FeS + \frac{1}{2}S$ 3. $Cu_2O + FeS \leftrightarrow Cu_2S + FeO$ 4. $2FeO + SiO_2 = (FeO)_2 \cdot SiO_2$	ПК-1
17. Какое из перечисленных свойств шлака ухудшается с ростом в нем содержания CaO? 1. Плотность 2. Растворимость штейна 3. Вязкость 4. Межфазное натяжение	ПК-1
18. К процессам с плавкой в расплаве не относится: 1. Процесс Мицубиси 2. Процесс взвешенной плавки 3. Плавка в жидкой ванне 4. Процесс Норанда	ПК-1

19. Какое из перечисленных соединений является ферритом? 1. $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ 2. $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 3. $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 4. $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	ПК-1
20. Какой из приведенных сульфидов не является низшим? 1. FeS 2. CuS 3. Cu_2S 4. Ni_3S_2	ПК-1
21. При электролитическом рафинировании меди при растворении анода в раствор не переходит: 1. Zn 2. Sb 3. As 4. Te	ПК-1
22. Рассчитать массу медного никельсодержащего штейна при плавке шихты с содержанием Cu – 55 % на штейн, при извлечении в штейн Cu – 98 % и содержании её в шихте 22,65 т. 1. 40,36 т 2. 51,45 т 3. 39,03 т 4. 30,08 т	ПК-1
23. Рассчитать массу серы элементарной в 100 т сульфидного концентрата, если он содержит ковеллин CuS, миллерит NiS, троилит FeS, элементарную серу и прочие и имеет химический состав, %: 9,06 Ni, 3,66 Cu, 33,2 Fe, 27,5 S. 1. 5,75 т 2. 6,45 т 3. 9,03 т 4. 8,08 т	ПК-1
24. Определить, какое количество теплоты выделится при получении 1,25 т металлической меди при 25°C и атмосферном давлении $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} = 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ Теплоты образования веществ, участвующих в реакции: $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{Cu}_2\text{O})_{(к)} = -173,18 \text{ кДж/моль}$ $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CO})_{(г)} = -110,53 \text{ кДж/моль}$ $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CO}_2)_{(г)} = -393,51 \text{ кДж/моль}$ 1. ~2144 кДж 2. ~1260 кДж	ПК-1

3. ~1164 МДж 4. ~1072 МДж	
25. Рассчитать физическую теплоту шихты при 19°C, если масса шихты 75 кг, а удельная теплоемкость 0,91 кДж/(кг·К). 1. ~1381 кДж 2. ~1297 кДж 3. ~1068 кДж 4. ~1674 кДж	ПК-1

Вариант 4

ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО	Компетенция
1. Молярная масса пентландита (Fe,Ni) ₉ S ₈ : 1. 779 г/моль 2. 843 г/моль 3. 976 г/моль 4. 1291 г/моль	ПК-1
2. Вычислить содержание никеля в моихуките Cu ₉ (Fe,Ni) ₉ S ₁₆ ? 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 $2\text{FeSO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{CaCO}_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow$ Сколько потребуется известняка, если по реакции расходуется 23,88 кг FeSO ₄ ? 1. 10,11 кг 2. 11,05 кг 3. 15,71 кг 4. 18,81 кг	ПК-1
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? 1. 1,122 м ³ 2. 0,706 м ³ 3. 0,185 м ³	ПК-1

4. 1,032 м ³																			
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. 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? 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 ₂ S? 1. Халькопирит 2. Пентландит 3. Халькозин 4. Кубанит	ПК-1																		
8. Формула магнетита? 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·К)</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> 1. ~0,62 кДж/(кг·К) 2. ~0,75 кДж/(кг·К) 3. ~0,53 кДж/(кг·К) 4. ~0,58 кДж/(кг·К)	Компоненты	Масса, кг	C, Дж/(моль·К)	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·К)																	
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?	ПК-1										
<table><tr><td>Me</td><td>Zn</td><td>Cd</td><td>Ni</td><td>Fe</td></tr><tr><td>$\varepsilon^\circ, \text{В}$</td><td>-0,763</td><td>-0,402</td><td>-0,23</td><td>- 0,44</td></tr></table> 1. Cd 2. Ni 3. Zn 4. Fe	Me	Zn	Cd	Ni	Fe	$\varepsilon^\circ, \text{В}$	-0,763	-0,402	-0,23	- 0,44	
Me	Zn	Cd	Ni	Fe							
$\varepsilon^\circ, \text{В}$	-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. 1. 84,5 т 2. 750,4 т 3. 63,2 т 4. 72,0 т	ПК-1										
12. Для чего в медный электролит добавляют хлорид натрия? 1. Для снижения потерь серебра 2. Для уменьшения испарения электролита 3. Для повышения электропроводности электролита 4. Для исключения загибывания катода	ПК-1										
13. Сродство к кислороду возрастает слева направо в следующем ряду сульфидов: 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. Штейн печей Ванюкова Медного завода направляют на: 1. Огневое рафинирование 2. Электролитическое рафинирование 3. Конвертирование 4. Обезмеживание	ПК-1										

15. Сульфидный концентрат направляют на переработку в: 1. Печь Ванюкова 2. Печь взвешенной плавки 3. Электропечь 4. Конвертер	ПК-1
16. Какая из приведенных реакций не относится к реакциям шлакообразования? 1. $\text{Cu}_2\text{O} + \text{FeS} \leftrightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{FeO}$ 2. $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{FeS} + 5\text{SiO}_2 = 5\text{Fe}_2\text{SiO}_4 + \text{SO}_2$ 3. $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{FeS} = 10\text{FeO} + \text{SO}_2$ 4. $2\text{FeO} + \text{SiO}_2 = (\text{FeO})_2 \cdot \text{SiO}_2$	ПК-1
17. Какое из перечисленных свойств шлака улучшается с ростом в нем содержания Al_2O_3? 1. Плотность 2. Плавкость 3. Вязкость. 4. Межфазное натяжение	ПК-1
18. К автогенным агрегатам не относится: 1. Плавка в жидкой ванне 2. Печь взвешенной плавки 3. Рудно-термическая печь 4. Агрегат Норанда	ПК-1
19. Никелевый шлак получают при проведении процесса: 1. Рафинирования 2. Ковертирования медных никельсодержащих штейнов 3. Плавки на штейн в ПВ 4. Плавки в РТП	ПК-1
20. В качестве сульфидизатора нельзя использовать: 1. Штейн 2. Руду 3. Черновую медь 4. Пирит	ПК-1

21. Какой процесс протекает на аноде при обезмеживании медного электролита электроэкстракцией со свинцовыми анодами? 1. $\text{Cu} - 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}^{2+}$ 2. $\text{Cu} - \text{e} \rightarrow \text{Cu}^+$ 3. $\text{Cu}^+ - \text{e} \rightarrow \text{Cu}^{2+}$ 4. $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$	ПК-1
22. Рассчитать массу медно-никелевого штейна, образующегося при плавке шихты в ПВП, содержащей Cu – 13,50 т, Ni – 9,09 т, если извлечение в штейн Cu – 97 %, Ni – 96 %, а суммарное содержание меди и никеля в штейне составляет 38 %. 1. 44,42 т 2. 57,42 т 3. 52,03 т 4. 38,71 т	ПК-1
23. Рассчитать массу троилита в 100 кг бедных оборотов, содержащих халькозин Cu_2S, хизлевудит Ni_3S_2, троилит FeS и прочие, если известен её химический состав (%): Cu-7,14, Ni-1,19; S-4,6 и прочие. 1. ~5,04 кг 2. ~6, 56 кг 3. ~7,03 кг 4. ~5,57 кг	ПК-1
24. Определить, какое количество теплоты выделится при получении 0,19 т металлического кобальта при 25°C и атмосферном давлении $\text{CoO} + \text{CO} = \text{Co} + \text{CO}_2$ Теплоты образования веществ, участвующих в реакции: $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CoO})_{(к)} = -239,74 \text{ кДж/моль}$ $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CO})_{(г)} = -110,53 \text{ кДж/моль}$ $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CO}_2)_{(г)} = -393,51 \text{ кДж/моль}$ 1. ~152 кДж 2. ~120 кДж 3. ~139 МДж 4. ~118 МДж	ПК-1
25. Рассчитать физическую теплоту шихты при 27 °С, если масса шихты 1,7 т, а удельная теплоемкость 0,69 кДж/(кг·К). 1. ~32 МДж 2. ~27 МДж 3. ~48 МДж 4. ~16 МДж	ПК-1

Вариант 5

ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО	Компетенция
1. Молярная масса железистого халькопирита $\text{Cu}_{0,9}\text{Fe}_{1,14}\text{Ni}_{0,01}\text{S}_2$ 1. 186 г/моль 2. 548 г/моль 3. 276 г/моль 4. 143 г/моль	ПК-1
2. Вычислить содержание железа в пентландите $(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$: 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? 1. 2,11 м³ 2. 3,51 м³ 3. 4,92 м³ 4. 3,80 м³	ПК-1
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? 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 SO_2 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. 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 Fe ₂ O ₃ при температуре 25°C составляет 50,54 Дж/(моль·K). Чему равняется его удельная теплоемкость? 1. 0,74 Дж/(г·K) 2. 0,65 Дж/(г·K) 3. 0,83 Дж/(г·K) 4. 0,57Дж/(г·K)	ПК-1																		
7. Какому минералу соответствует формула CuS? 1. Ковеллин 2. Пентландит 3. Халькозин 4. Кубанит	ПК-1																		
8. Формула кремнезёма? 1. Fe ₃ O ₄ 2. Ni ₃ S ₂ 3. (FeO) ₂ ·SiO ₂ 4. SiO ₂	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>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> 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	-																	
10. Выбрать металл-цементатор, пригодный для вытеснения из раствора оставшихся металлов: <table><tr><td>Me</td><td>Co</td><td>C d</td><td>Ni</td><td>F e</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> 1. C d 2. Co 3. F e 4. N i	Me	Co	C d	Ni	F e	ε°, В	-0,270	-0,402	-0,23	- 0,44	ПК-1								
Me	Co	C d	Ni	F e															
ε°, В	-0,270	-0,402	-0,23	- 0,44															

11. При плавке на штейн шихты, содержащей 33,5 т серы, десульфуризация составила 74%. Сколько образовалось триоксида серы? Отношение $S_{SO_2} : S_{SO_3} = 9 : 1$. 1. ~5,5 т 2. ~7,4 т 3. ~8,2 т 4. ~6,2 т	ПК-1
12. Катодфарез приводит к: 1. Загибанию катода 2. Уменьшению испарения электролита 3. Повышению электропроводности электролита 4. Повышению потерь драгметаллов	ПК-1
13. При расчете удельного проплава печи используют размер металлургического агрегата: 1. Высоту печи 2. Площадь пода печи 3. Площадь свода печи 4. Длину печи	ПК-1
14. Шлак печи Ванюкова направляют на: 1. Хранение в шлакоотвал 2. Огневое рафинирование 3. Конвертирование 4. Обеднение	ПК-1
15. Наиболее медленная стадия процесса плавки на штейн: 1. Испарение воды 2. Диссоциация высших сульфидов 3. Окисление сульфидов 4. Разделение жидких продуктов плавки	ПК-1
16. Какая из приведенных реакций не протекает при конвертировании? 1. $3Fe_3O_4 + FeS + 5SiO_2 \leftrightarrow 5(FeO)_2 \cdot SiO_2 + SO_2$ 2. $CuFeS_2 = Cu_2S + 2FeS + \frac{1}{2}S$ 3. $3FeS + 5O_2 = Fe_3O_4 + 3SO_2$ 4. $2FeO + SiO_2 = (FeO)_2 \cdot SiO_2$	ПК-1
17. В какой из перечисленных печей получают металлизированный штейн? 1. Печь Ванюкова 2. Электропечь 3. Печь взвешенной плавки 4. Отражательная печь	ПК-1

18. Управлять процессом десульфуризации невозможно в: 1. Процесс Мицубиси 2. Печь взвешенной плавки 3. Рудно-термическая печь 4. Печь Норанда	ПК-1
19. Файнштейн получают при проведении процесса: 1. Рафинирования 2. Ковертирования медных никельсодержащих штейнов 3. Ковертирования медно- никелевых штейнов 4. Плавки на штейн	ПК-1
20. Что в первую очередь окисляется при окислительной обработке черновой меди в процессе огневого рафинирования: 1. Cu 2. Fe 3. Co 4. Ni	ПК-1
21. Электроэкстракцию отсеченного из товарных ванн медного электролита производят до остаточного содержания 0,5 ÷ 3 г/л меди из-за: 1. Загрязнения катодного металла примесями 2. Выделения водорода 3. Выделения ядовитого летучего AsH₃ 4. Перехода на катод драгметаллов	ПК-1
22. Рассчитать массу медного никельсодержащего штейна при плавке шихты на штейн, с содержанием Cu – 60 %, при извлечении в штейн Cu – 97,5 % и содержании её в шихте 23,15 т. 1. 40,36 т 2. 41,45 т 3. 37,62 т 4. 30,08 т	ПК-1
23. Рассчитать массу Cu₂O в 100 кг бедных оборотов, содержащих халькозин Cu₂S, хизлевудит Ni₃S₂, закись меди Cu₂O и прочие, если известен её химический состав (%): Cu-4,32, Ni-2,35; S-1,25 и прочие. 1. ~5,04 кг 2. ~4, 56 кг 3. ~3,65 кг 4. ~2,57 кг	ПК-1

24. Определить, какое количество теплоты выделится при получении 0,04 т металлического кобальта при 25°C и атмосферном давлении $\text{CoO} + \text{CO} = \text{Co} + \text{CO}_2$ Теплоты образования веществ, участвующих в реакции: $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CoO})_{(к)} = -238,69 \text{ кДж/моль}$ $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CO})_{(г)} = -110,53 \text{ кДж/моль}$ $\Delta_f H^\circ_{298} (\text{CO}_2)_{(г)} = -393,51 \text{ кДж/моль}$ 1. ~21 кДж 2. ~30 кДж 3. ~30 МДж 4. ~21 МДж	ПК-1
25. Рассчитать физическую теплоту шихты при 57°C, если масса шихты 0,57 т, а удельная теплоемкость 0,79 кДж/(кг·К). 1. ~32 МДж 2. ~26 МДж 3. ~48 МДж 4. ~16 МДж.	ПК-1