

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине**

**«Теория пирометаллургических процессов»**

**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-2: Выявляет объекты для улучшения в технике и технологии | ПК-2.1: Анализирует качество технологического процесса, качества продукции по результатам аналитического контроля; |

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины                                 | Формируемая компетенция | Наименование оценочного средства | Показатели оценки                      |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|
| Введение                                                                 | ПК-2                    | Тестовые задания                 | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Теория процессов обжига, плавки, конвертирования                         | ПК-2                    | Тестовые задания                 | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Строение и физико-химические свойства твердых тел                        | ПК-2                    | Тестовые задания                 | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Фазовые равновесия в системах Ме-Х, Р-Т-Х диаграмм состояния             | ПК-2                    | Тестовые задания                 | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Диссоциация химических соединений                                        | ПК-2                    | Тестовые задания                 | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Основы теории испарения и конденсации                                    | ПК-2                    | Тестовые задания                 | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Окисление металлов                                                       | ПК-2                    | Тестовые задания                 | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Физические и физико-химические свойства жидких металлов, штейнов, шлаков | ПК-2                    | Тестовые задания                 | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Расчет баланса металлургической схемы                                    | ПК-2                    | Тестовые задания                 | Решение всех тестовых заданий по темам |

|                                                  |      |                                        |                                        |
|--------------------------------------------------|------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Модели активностей компонентов шлаков и штейнов  | ПК-2 | Тестовые задания                       | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Взаимодействие сульфидных и оксидных фаз         | ПК-2 | Тестовые задания                       | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Кристаллизационные методы рафинирования металлов | ПК-2 | Тестовые задания                       | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Потери металлов со шлаками                       | ПК-2 | Тестовые задания                       | Решение всех тестовых заданий по темам |
| Зачет                                            | ПК-2 | 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 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------|
| <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачета»</b>                                                                                                                                                                                         |                                  |                                  |                  |                     |
|                                                                                                                                                                                                                                          | Тестовые задания                 | В течение обучения по дисциплине | от 0 до 5 баллов | Зачет/Незачет       |
| ИТОГО:                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | -                                | ___ баллов       | -                   |
| <b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b><br>Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов<br>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

|                                             |                    |
|---------------------------------------------|--------------------|
| <b>ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО</b><br>(тестирование) | <b>Компетенция</b> |
| <b>Вариант 1</b>                            |                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. Сталь относится к металлам:<br>1. Редким<br>2. Цветным<br>3. Черным<br>4. Легким                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>ПК-2</b> |
| 2. Рутений относится к металлам:<br>1. Цветным<br>2. Радиоактивным<br>3. Благородным<br>4. Тяжелым                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>ПК-2</b> |
| 3. Какие процессы относятся к гидрометаллургическим?<br>1. Хлорирующий обжиг<br>2. Обжиг в кипящем слое<br>3. Электролиз с растворимыми анодами<br>4. Агломерирующий обжиг                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>ПК-2</b> |
| 4. Какая реакция протекает при кальцинирующем обжиге?<br>1. $\text{NiS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NiO} + \text{SO}_2$<br>2. $\text{PbO} + \text{C} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}$<br>3. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$<br>4. $\text{ZnS} + 2\text{O}_2 = \text{ZnSO}_4$                                                                                                                                                                                                                | <b>ПК-2</b> |
| 5. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:<br>$2\text{H}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ $T=1090 \text{ К}; \Delta H=-485,6 \text{ кДж}; \Delta S=-89,4 \text{ Дж/К}$ 1. В системе наступило равновесие<br>2. Реакция обратима, в указанных условиях протекает прямая реакция<br>3. Реакция необратима, протекает в прямом направлении<br>4. Реакция необратима, прямая реакция невозможна | <b>ПК-2</b> |
| 6. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:<br>$\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ $T=298 \text{ К}; \Delta H=40 \text{ кДж}; \Delta S=40 \text{ Дж/К}$ 1. В системе наступило равновесие<br>2. Реакция обратима, в указанных условиях протекает обратная реакция<br>3. Реакция необратима, протекает в прямом направлении<br>4. Реакция необратима, прямая реакция невозможна                                 | <b>ПК-2</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>7. Жидкие шлаки имеют вязкость (Пз):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2-5</li> <li>2. 10-20</li> <li>3. 20-40</li> <li>4. &gt;50</li> </ol>                                                                                                                                   | <b>ПК-2</b> |
| <p>8. Штейн отличается от фэйштейна по содержанию:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fe</li> <li>2. CaO</li> <li>3. Cu</li> <li>4. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></li> </ol>                                                                                                         | <b>ПК-2</b> |
| <p>9. Интервал температур, при котором очень вязкий шлак становится очень жидким, для кислых шлаков составляет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 20-30<sup>0</sup>C</li> <li>2. 50-100<sup>0</sup>C</li> <li>3. 150-250<sup>0</sup>C</li> <li>4. 200-300<sup>0</sup>C</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |
| <p>10. Рафинирование, основанное на большем сродстве металла-примеси к сере, называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ликвация</li> <li>2. Окисление</li> <li>3. Сульфидирование</li> <li>4. Восстановление</li> </ol>                                                       | <b>ПК-2</b> |
| <p>11. Шлак содержит: SiO<sub>2</sub> = 18%, FeO= 40%, CaO= 8%<br/>Определить степень кислотности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2,55 кислый</li> <li>2. 0,86 основной</li> <li>3. 0,67 основной</li> <li>4. 1,99 кислый</li> </ol>                                           | <b>ПК-2</b> |
| <p>12. Шлак содержит: SiO<sub>2</sub> = 19%, FeO = 30 %, CaO = 12%.<br/>Определить степень кислотности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2,43 кислый</li> <li>2. 0,74 основной</li> <li>3. 1,00 основной</li> <li>4. 3,02 кислый</li> </ol>                                      | <b>ПК-2</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>13. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 16</math> (остальное - <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>. <math>\text{MgO}</math> . <math>\text{CaO}</math>. <math>\text{SiO}_2</math> ) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 20% (мас.) по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1750\text{K}</math>, если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 4,20</math>;</p> <p><math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,2</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 388,33</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0,1%</li> <li>0,01%</li> <li>1,00%</li> <li>0,001%</li> </ol> | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>14. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 22</math> (остальное – <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>. <math>\text{MgO}</math> . <math>\text{CaO}</math>. <math>\text{SiO}_2</math> ) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 24% (мас.) по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1850\text{K}</math>, если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 3,33</math>; <math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,275</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 304,29</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0,84%</li> <li>0,36%</li> <li>0,64%</li> <li>0,48%</li> </ol>      | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>15. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1500 К, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 0,2% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{\text{NiO}}</math>) равна 0,1.</p> <p>Если: <math>\text{Ni}\%(\text{мол.}) = 6,878</math>; <math>\text{Cu}_2\text{O}\%(\text{мол.}) = 0,802</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5,98%</li> <li>6,32%</li> <li>6,87%</li> <li>5,26%</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>16. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1380 К, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 0,6% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{\text{NiO}}</math>) равна 0,2.</p> <p>Если: <math>\text{Ni}\%(\text{мол.}) = 0,764</math>; <math>\text{Cu}_2\text{O}\%(\text{мол.}) = 2,5</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0,68%</li> <li>0,21%</li> <li>0,46%</li> <li>0,94%</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p><b>ПК-2</b></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>17. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 0,2% (мас.):</p> $[\text{FeO}] + [\text{Mn}] = [\text{Fe}] + \text{MnO}$ <p>Температура процесса – 1830 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль,</p> $\Delta G^{\circ} \text{FeO} = -239600 + 49,49 T;$ $\Delta G^{\circ} \text{MnO} = -406200 + 87,9 T.$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,096%</li> <li>2. 0,01%</li> <li>3. 0,1%</li> <li>4. 0,092%</li> </ol>  | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>18. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 0,4% (мас.):</p> $[\text{FeO}] + [\text{Mn}] = [\text{Fe}] + \text{MnO}$ <p>Температура процесса – 1850 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль,</p> $\Delta G^{\circ} \text{FeO} = -239600 + 49,49 T; \Delta G^{\circ} \text{MnO} = -406200 + 87,9 T.$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,061%</li> <li>2. 0,084%</li> <li>3. 0,072%</li> <li>4. 0,052%</li> </ol> | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>19. Какая величина характеризует полноту восстановления?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Константа равновесия</li> <li>2. Равновесная концентрация</li> <li>3. Энергия Гиббса</li> <li>4. Температура</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>20. Невозможность одновременно иметь предельно высокое содержание металла в металлической фазе и достигать максимальной полноты восстановления – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Металлургические «ножницы»</li> <li>2. Условие восстановления металлов из оксидов</li> <li>3. Степень раскисления</li> <li>4. Степень кислотности</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                        | <p><b>ПК-2</b></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>21. Содержание меди в отвальном шлаке составляет от содержания его в штейне:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5%</li> <li>2. 0,5%</li> <li>3. 2,5%</li> <li>4. 1%</li> </ol>                                                                                                                                                      | <b>ПК-2</b> |
| <p>22. Виды восстановительного обжига:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Магнетизирующий и восстановительный</li> <li>2. Кальцинирующий и восстановительный</li> <li>3. Хлорирующий и агломерирующий</li> <li>4. Фторирующий и магнетизирующий</li> </ol>                                                                             | <b>ПК-2</b> |
| <p>23. Продукт металлургической плавки, который не содержит достаточного количества ценных компонентов, чтобы оправдать его дальнейшую обработку, называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отходящие газы</li> <li>2. Отвальный шлак</li> <li>3. Штейн</li> <li>4. Черновой металл</li> </ol>                                    | <b>ПК-2</b> |
| <p>24. Процентное содержание оксидов в шлаке:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 15-25%</li> <li>2. 48-50%</li> <li>3. 60-85%</li> <li>4. 85-90%</li> </ol>                                                                                                                                                                            | <b>ПК-2</b> |
| <p>25. Моносиликатом является:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2</math></li> <li>2. <math>\text{FeO} \cdot \text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2</math></li> <li>3. <math>\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2</math></li> <li>4. <math>0,5\text{FeO} \cdot 0,5\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2</math></li> </ol> | <b>ПК-2</b> |

| <b>Вариант 2</b>                                                                                                                                                                                             |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>1. Медь относится к металлам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Черным</li> <li>2. Тяжелым</li> <li>3. Легким</li> <li>4. Редким</li> </ol>                                                   | <b>ПК-2</b> |
| <p>2. Марганец относится к металлам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Черным</li> <li>2. Тяжелым</li> <li>3. Благородным</li> <li>4. Легким</li> </ol>                                          | <b>ПК-2</b> |
| <p>3. Какие процессы относятся к пирометаллургическим?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выщелачивание</li> <li>2. Электролиз расплавов</li> <li>3. Электролиз с растворимыми анодами</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 4. Электроэкстракция                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |
| <p>4. Какая реакция протекает при магнетизирующем восстановительном обжиге?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\text{NiS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NiO} + \text{SO}_2</math></li> <li>2. <math>\text{PbO} + \text{C} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}</math></li> <li>3. <math>\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2</math></li> <li>4. <math>3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                   | <b>ПК-2</b> |
| <p>5. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:</p> $\text{Si}_{(\text{к})} + \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{к})} + 2\text{NaOH}_{(\text{к})} = \text{Na}_2\text{SiO}_{3(\text{к})} + \text{CaO}_{(\text{к})} + \text{H}_{2(\text{г})}$ $T = 298 \text{ К}; \Delta H = -3091 \text{ кДж}; \Delta S = 119 \text{ Дж/К}$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В системе наступило равновесие</li> <li>2. Реакция обратима, в указанных условиях протекает обратная реакция</li> <li>3. Реакция необратима, протекает в прямом направлении</li> <li>4. Реакция необратима, обратная реакция невозможна</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |
| <p>6. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:</p> $2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + \text{N}_{2(\text{г})} = \text{NH}_4\text{NO}_3$ $T = 405 \text{ К}; \Delta H = 247 \text{ кДж}; \Delta S = -316 \text{ Дж/К}$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В системе наступило равновесие</li> <li>2. Реакция необратима, в указанных условиях протекает обратная реакция</li> <li>3. Реакция необратима, протекает в прямом направлении</li> <li>4. Реакция необратима, прямая реакция невозможна</li> </ol>                                                                                                | <b>ПК-2</b> |
| <p>7. Кислотный оксид в шлаке может быть представлен:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\text{SiO}_2</math></li> <li>2. <math>\text{CaO}</math></li> <li>3. <math>\text{ZnO}</math></li> <li>4. <math>\text{NaCl}</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>ПК-2</b> |
| <p>8. Содержание чего в шлаке может быть 85-90%:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Металл</li> <li>2. Оксид</li> <li>3. Гидроксид</li> <li>4. Флюс</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>ПК-2</b> |
| <p>9. Интервал температур, при котором очень вязкий шлак становится очень жидким, для основных шлаков составляет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>20-30^\circ\text{C}</math></li> <li>2. <math>50-100^\circ\text{C}</math></li> <li>3. <math>150-250^\circ\text{C}</math></li> <li>4. <math>200-300^\circ\text{C}</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>ПК-2</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |
| <p>10. Процесс, при котором происходит разделение на две фазы в связи с различной плотностью элементов, называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ликвация</li> <li>2. Окисление</li> <li>3. Сульфидирование</li> <li>4. Восстановление</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ПК-2 |
| <p>11. Шлак содержит: <math>\text{SiO}_2 = 20\%</math>, <math>\text{FeO} = 29\%</math>, <math>\text{CaO} = 9\%</math>. Определить степень кислотности.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2,55 кислый</li> <li>2. 0,86 основной</li> <li>3. 1,18 основной</li> <li>4. 1,99 кислый</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК-2 |
| <p>12. Шлак содержит: <math>\text{SiO}_2 = 21\%</math>, <math>\text{FeO} = 27\%</math>, <math>\text{CaO} = 17\%</math>.<br/>Определить степень кислотности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1,03 основной</li> <li>2. 0,74 основной</li> <li>3. 1,00 кислый</li> <li>4. 3,02 кислый</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК-2 |
| <p>13. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 24</math> (остальное - <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>. <math>\text{MgO}</math>. <math>\text{CaO}</math>. <math>\text{SiO}_2</math>) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 26% (мас.), по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1900\text{K}</math>.<br/>Если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 2,99</math>; <math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,3</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 272,2</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,1%</li> <li>2. 0,01%</li> <li>3. 1,26%</li> <li>4. 0,001%</li> </ol> | ПК-2 |
| <p>14. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 18</math> (остальное - <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>. <math>\text{MgO}</math>. <math>\text{CaO}</math>. <math>\text{SiO}_2</math>) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 28% (мас.), по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1900\text{K}</math>.<br/>Если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 2,7</math>; <math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,225</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 245,93</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,45%</li> <li>2. 0,36%</li> <li>3. 0,85%</li> </ol>                 | ПК-2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4. 0,48%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |
| <p>15. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1420 К, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 1,0% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{\text{NiO}}</math>) равна 0,3.</p> <p>Если: <math>\text{Ni}\%(\text{мол.}) = 0,574</math>; <math>\text{Cu}_2\text{O}\%(\text{мол.}) = 4,2</math></p> <p>1. 0,38%</p> <p>2. 0,42%</p> <p>3. 0,75%</p> <p>4. 0,50%</p>                                                                                     | ПК-2 |
| <p>16. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1460 К, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 1,4% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{\text{NiO}}</math>) равна 0,4.</p> <p>Если: <math>\text{Ni}\%(\text{мол.}) = 0,516</math>; <math>\text{Cu}_2\text{O}\%(\text{мол.}) = 6,0</math></p> <p>1. 0,44%</p> <p>2. 0,21%</p> <p>3. 0,36%</p> <p>4. 0,94%</p>                                                                                     | ПК-2 |
| <p>17. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 0,6% (мас.):</p> $[\text{FeO}] + [\text{Mn}] = [\text{Fe}] + \text{MnO}$ <p>Температура процесса – 1870 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль,</p> $\Delta G^\circ \text{FeO} = -239600 + 49,49 T;$ $\Delta G^\circ \text{MnO} = -406200 + 87,9 T.$ <p>1. 0,096%</p> <p>2. 0,062%</p> <p>3. 0,013%</p> <p>4. 0,054%</p> | ПК-2 |
| <p>18. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 0,8% (мас.):</p> $[\text{FeO}] + [\text{Mn}] = [\text{Fe}] + \text{MnO}$ <p>Температура процесса – 1890 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль,</p> $\Delta G^\circ \text{FeO} = -239600 + 49,49 T; \Delta G^\circ \text{MnO} = -406200 + 87,9 T.$                                                                       | ПК-2 |

|                                                                                                                                                                                                                 |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. 0,061%<br>2. 0,084%<br>3. 0,072%<br>4. 0,057%                                                                                                                                                                |             |
| 19. Большой склонностью к переохлаждению (перегреванию) обладают:<br>1. Шлаки и пирротин<br>2. Кислые основания и металл<br>3. Кислые силикаты и кремнезем<br>4. Штейны и металл                                | <b>ПК-2</b> |
| 20. Склонность вещества к переохлаждению (перегреванию) зависит от:<br>1. Вязкости<br>2. Текучести<br>3. Температуры плавления<br>4. Температуры кипения                                                        | <b>ПК-2</b> |
| 21. Бедный штейн содержит в основном:<br>1. Цветные металлы<br>2. Сульфид железа<br>3. Оксиды металлов<br>4. Серу в чистом виде                                                                                 | <b>ПК-2</b> |
| 22. Что относится к рудной плавке?<br>1. Ликвационная и дистилляционная<br>2. Магнетирующая и восстановительная<br>3. Кальцинирующая и агломерационная<br>4. Восстановительная и электролиз расплавленных солей | <b>ПК-2</b> |
| 23. Свойства шлака, от которого зависит разделение жидких продуктов, это:<br>1. Вязкость шлака<br>2. Текучесть шлака<br>3. Температура кипения<br>4. Основность или кислотность шлака                           | <b>ПК-2</b> |
| 24. Каким бывает шлак по микроструктуре?<br>1. Прозрачный<br>2. Матовый<br>3. Стекловидный<br>4. Каменный                                                                                                       | <b>ПК-2</b> |
| 25. Потери, при которых шлаковая фаза механически увлекает за собой капельки металла и штейна, это:<br>1. Химические потери<br>2. Физические потери<br>3. Физико-химические потери                              | <b>ПК-2</b> |

| <i>Вариант 3</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Никель относится к металлам:<br>1. Черным<br>2. Тяжелым<br>3. Легким<br>4. Редким                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ПК-2 |
| 2. Платина относится к металлам:<br>1. Черным<br>2. Тяжелым<br>3. Благородным<br>4. Легким                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ПК-2 |
| 3. Отношение числа молей основных оксидов к числу молей кремнезема - это:<br>1. Основность шлака<br>2. Кислотность шлака<br>3. Степень основности<br>4. Константа диссоциации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК-2 |
| 4. Какая реакция протекает при диссоциации карбонатов?<br>1. $\text{NiS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NiO} + \text{SO}_2$<br>2. $\text{PbO} + \text{C} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}$<br>3. $\text{CaC} \rightarrow \text{Ca} + \text{C}_2$<br>4. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$                                                                                                                                                                                                                         | ПК-2 |
| 5. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:<br>$\text{NH}_{3(\text{г})} + \text{HCl}_{(\text{г})} = \text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{к})}$<br>$T = 298 \text{ К}; \Delta H = -176,9 \text{ кДж}; \Delta S = -284,64 \text{ Дж/К}$<br>1. В системе наступило равновесие<br>2. Реакция обратима, в указанных условиях протекает прямая реакция<br>3. Реакция необратима, протекает в прямом направлении<br>4. Реакция необратима, прямая реакция невозможна | ПК-2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>6. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:</p> $\text{C}_{\text{гр.}} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})}$ $T = 981,3 \text{ К}; \Delta H = 131,4 \text{ кДж}; \Delta S = 133,9 \text{ Дж/К}$ <p>1. В системе наступило равновесие</p> <p>2. Реакция обратима, в указанных условиях протекает обратная реакция</p> <p>3. Реакция необратима, протекает в прямом направлении</p> <p>4. Реакция необратима, прямая реакция невозможна</p> | <b>ПК-2</b> |
| <p>7. Основной оксид в шлаке может быть представлен:</p> <p>1. <math>\text{SiO}_2</math></p> <p>2. <math>\text{CaO}</math></p> <p>3. <math>\text{ZnO}</math></p> <p>4. <math>\text{NaCl}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>ПК-2</b> |
| <p>8. Содержание меди в отвальном шлаке составляет:</p> <p>1. 0,001%</p> <p>2. 0,01%</p> <p>3. 0,1%</p> <p>4. 1%</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>ПК-2</b> |
| <p>9. Какова роль шлака в окислительном рафинировании?</p> <p>1. Разделяет два металла</p> <p>2. Снижает температуру протекания процесса</p> <p>3. Отделяет металл от непосредственного контакта с атмосферой</p> <p>4. Является флюсом в этом процессе</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>ПК-2</b> |
| <p>10. Флюс – это:</p> <p>1. Продукт плавки на штейн</p> <p>2. Продукт электрорафинирования металлов</p> <p>3. Вещество, загрязняющее металл своими компонентами</p> <p>4. Вещество, которое добавляют к руде, для лучшего отделения металлов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>ПК-2</b> |
| <p>11. Шлак содержит: <math>\text{SiO}_2 = 22\%</math>, <math>\text{FeO} = 26\%</math>, <math>\text{CaO} = 15\%</math>. Определить степень кислотности.</p> <p>1. 3,48 кислый</p> <p>2. 4,86 основной</p> <p>3. 1,17 основной</p> <p>4. 2,41 кислый</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>ПК-2</b> |
| <p>12. Шлак содержит: <math>\text{SiO}_2 = 23\%</math>, <math>\text{FeO} = 39\%</math>, <math>\text{CaO} = 12\%</math>. Определить степень кислотности.</p> <p>1. 1,01 основной</p> <p>2. 2,15 кислый</p> <p>3. 1,44 кислый</p> <p>4. 2,12 основной</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>ПК-2</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>13. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 20</math> (остальное - <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>, <math>\text{MgO}</math>, <math>\text{CaO}</math>, <math>\text{SiO}_2</math>) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 24% (мас.) по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1950\text{K}</math>.</p> <p>Если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 3,33</math>; <math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,250</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 301,50</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1,1%</li> <li>2. 0,67%</li> <li>3. 1,26%</li> <li>4. 0,89%</li> </ol>  | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>14. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 18</math> (остальное - <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>, <math>\text{MgO}</math>, <math>\text{CaO}</math>, <math>\text{SiO}_2</math>) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 28% (мас.), по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1800\text{K}</math>.</p> <p>Если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 2,7</math>; <math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,225</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 248,33</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,54%</li> <li>2. 0,63%</li> <li>3. 0,85%</li> <li>4. 0,79%</li> </ol> | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>15. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1460 К, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 1,4% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{\text{NiO}}</math>) равна 0,1.</p> <p>Если: <math>\text{Ni}\%(\text{мол.}) = 0,129</math>; <math>\text{Cu}_2\text{O}\%(\text{мол.}) = 6,0</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,11%</li> <li>2. 0,24%</li> <li>3. 0,35%</li> <li>4. 0,50%</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>16. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1420 К, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 1,0% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{\text{NiO}}</math>) равна 0,2.</p> <p>Если: <math>\text{Ni}\%(\text{мол.}) = 0,383</math>; <math>\text{Cu}_2\text{O}\%(\text{мол.}) = 4,2</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,34%</li> <li>2. 0,21%</li> <li>3. 0,39%</li> <li>4. 0,44%</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p><b>ПК-2</b></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>17. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 1,0% (мас.):</p> $[\text{FeO}] + [\text{Mn}] = [\text{Fe}] + \text{MnO}$ <p>Температура процесса – 1910 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль,</p> $\Delta G^\circ \text{FeO} = -239600 + 49,49 T;$ $\Delta G^\circ \text{MnO} = -406200 + 87,9 T.$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,096%</li> <li>2. 0,062%</li> <li>3. 0,013%</li> <li>4. 0,054%</li> </ol> | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>18. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 1,2% (мас.):</p> $[\text{FeO}] + [\text{Mn}] = [\text{Fe}] + \text{MnO}$ <p>Температура процесса – 1930 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль,</p> $\Delta G^\circ \text{FeO} = -239600 + 49,49 T; \Delta G^\circ \text{MnO} = -406200 + 87,9 T.$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,061%</li> <li>2. 0,084%</li> <li>3. 0,052%</li> <li>4. 0,075%</li> </ol>   | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>19. Способ, который состоит в восстановлении растворенного окисла особым реагентом – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Раскисление</li> <li>2. Диссоциация</li> <li>3. Кальцинация</li> <li>4. Плавка</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>20. В качестве восстановителей промышленность использует:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кремнезем и воду</li> <li>2. Водород и углерод</li> <li>3. Металл и углерод</li> <li>4. Кремнезем и водород</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>21. Богатый штейн содержит в основном:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цветные металлы</li> <li>2. Сульфид железа</li> <li>3. Оксиды металлов</li> <li>4. Серу в чистом виде</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>ПК-2</b></p> |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>22. Что относится к рафинировочной плавке?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ликвационная и дистилляционная</li> <li>2. Магнетизирующая и восстановительная</li> <li>3. Кальцинирующая и агломерационная</li> <li>4. Восстановительная и электролиз расплавленных солей</li> </ol>  | <b>ПК-2</b> |
| <p>23. Процессы восстановления соединений металлов другими металлами, обладающими значительно большим сродством к металлоиду, чем восстанавливаемый металл – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обжиг</li> <li>2. Ликвация</li> <li>3. Плавка</li> <li>4. Металлотермия</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |
| <p>24. Каким бывает шлак по микроструктуре?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прозрачный</li> <li>2. Фарфоровидный</li> <li>3. Матовый</li> <li>4. Мелкий</li> </ol>                                                                                                                   | <b>ПК-2</b> |
| <p>25. Потери, при которых шлаковая фаза связывает оксиды извлекаемого металла – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Химические потери</li> <li>2. Физические потери</li> <li>3. Физико-химические потери</li> <li>4. Механические потери</li> </ol>                                | <b>ПК-2</b> |

| <b>Вариант 4</b>                                                                                                                                                                                                                                                            |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>1. Радий относится к металлам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Черным</li> <li>2. Тяжелым</li> <li>3. Радиоактивным</li> <li>4. Редким</li> </ol>                                                                                                          | <b>ПК-2</b> |
| <p>2. Молибден относится к металлам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тугоплавким</li> <li>2. Тяжелым</li> <li>3. Благородным</li> <li>4. Легким</li> </ol>                                                                                                    | <b>ПК-2</b> |
| <p>3. При форсировании реакций восстановления окислов железа из шлака при плавках на штейн получают:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бедные штейны</li> <li>2. Металлизированные штейны</li> <li>3. Богатые штейны</li> <li>4. Промышленные штейны</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>4. Какие процессы относятся к пирометаллургическим?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выщелачивание</li> <li>2. Электролиз расплавов</li> <li>3. Электролиз с растворимыми анодами</li> <li>4. Электроэкстракция</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>ПК-2</b> |
| <p>5. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:</p> $2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{SO}_{3(\text{г})}$ <p><math>T=1000 \text{ К}; \Delta H = -98,3 \text{ кДж}; \Delta S = 8,1 \text{ Дж/К}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В системе наступило равновесие</li> <li>2. Реакция необратима, в указанных условиях протекает обратная реакция</li> <li>3. Реакция необратима, не протекает в прямом направлении</li> <li>4. Реакция необратима, обратная реакция невозможна</li> </ol>                                                                                                  | <b>ПК-2</b> |
| <p>6. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:</p> $\text{Si}_{(\text{к})} + \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{к})} + 2\text{NaOH}_{(\text{к})} = \text{Na}_2\text{SiO}_{3(\text{к})} + \text{CaO}_{(\text{к})} + \text{H}_{2(\text{г})}$ <p><math>T=298 \text{ К}; \Delta H = -3091 \text{ кДж}; \Delta S = 119 \text{ Дж/К}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В системе наступило равновесие</li> <li>2. Реакция обратима, в указанных условиях протекает обратная реакция</li> <li>3. Реакция необратима, не протекает в прямом направлении</li> <li>4. Реакция необратима, обратная реакция невозможна</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |
| <p>7. Амфотерный оксид в шлаке может быть представлен:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\text{SiO}_2</math></li> <li>2. <math>\text{CaO}</math></li> <li>3. <math>\text{ZnO}</math></li> <li>4. <math>\text{NaCl}</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>ПК-2</b> |
| <p>8. Содержание меди в отвальном шлаке составляет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,001%</li> <li>2. 0,01%</li> <li>3. 0,1%</li> <li>4. 1%</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>ПК-2</b> |
| <p>9. Белый матт – это штейн, почти полностью состоящий из:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\text{FeS}</math></li> <li>2. <math>\text{Cu}_2\text{S}</math></li> <li>3. <math>\text{CaO}</math></li> <li>4. <math>\text{SiO}_2</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>ПК-2</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <p>10. Штейны окислительных плавов содержат:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оксиды металлов</li> <li>2. Белый мат</li> <li>3. Оксиды железа</li> <li>4. Красный шлак</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ПК-2 |
| <p>11. Шлак содержит: <math>\text{SiO}_2 = 24\%</math>, <math>\text{FeO} = 36\%</math>, <math>\text{CaO} = 16\%</math><br/> Определить степень кислотности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1,02 кислый</li> <li>2. 1,02 основной</li> <li>3. 2,05 основной</li> <li>4. 2,05 кислый</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ПК-2 |
| <p>12. Шлак содержит: <math>\text{SiO}_2 = 25\%</math>, <math>\text{FeO} = 33\%</math>, <math>\text{CaO} = 10\%</math>.<br/> Определить степень кислотности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1,31 основной</li> <li>2. 2,44 кислый</li> <li>3. 1,05 кислый</li> <li>4. 2,00 основной</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК-2 |
| <p>13. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 22</math> (остальное - <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>. <math>\text{MgO}</math> . <math>\text{CaO}</math>. <math>\text{SiO}_2</math> ) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 20% (мас.), по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1850\text{K}</math>, если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 4,20</math>; <math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,275</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 384,36</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1,89%</li> <li>2. 0,60%</li> <li>3. 0,89%</li> <li>4. 0,43%</li> </ol> | ПК-2 |
| <p>14. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 16</math> (остальное - <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>. <math>\text{MgO}</math> . <math>\text{CaO}</math>. <math>\text{SiO}_2</math> ) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 26% (мас.), по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1750\text{K}</math>, если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 2,99</math>; <math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,2</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 276,31</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,46%</li> <li>2. 0,53%</li> <li>3. 0,75%</li> <li>4. 0,69%</li> </ol>   | ПК-2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>15. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1380 К, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 0,6% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{\text{NiO}}</math>) равна 0,3.<br/> Если: <math>\text{Ni}\%(\text{мол.}) = 1,145</math>; <math>\text{Cu}_2\text{O}\%(\text{мол.}) = 2,5</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1,11%</li> <li>2. 1,03%</li> <li>3. 0,99%</li> <li>4. 1,50%</li> </ol>                                                                                                                | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>16. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1420 К, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 0,2% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{\text{NiO}}</math>) равна 0,4.<br/> Если: <math>\text{Ni}\%(\text{мол.}) = 15,4</math>; <math>\text{Cu}_2\text{O}\%(\text{мол.}) = 0,8</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1,42%</li> <li>2. 13,92%</li> <li>3. 14,25%</li> <li>4. 1,39%</li> </ol>                                                                                                               | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>17. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 1,4% (мас.):<br/> <math display="block">[\text{FeO}] + [\text{Mn}] = [\text{Fe}] + \text{MnO}</math> Температура процесса – 1950 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль,</p> $\Delta G^\circ \text{FeO} = -239600 + 49,49 T;$ $\Delta G^\circ \text{MnO} = -406200 + 87,9 T.$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,051%</li> <li>2. 0,024%</li> <li>3. 0,015%</li> <li>4. 0,038%</li> </ol> | <p><b>ПК-2</b></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>18. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 1,6% (мас.):</p> $[\text{FeO}] + [\text{Mn}] = [\text{Fe}] + \text{MnO}$ <p>Температура процесса – 1970 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль,</p> $\Delta G^\circ \text{FeO} = -239600 + 49,49 T; \Delta G^\circ \text{MnO} = -406200 + 87,9 T.$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,061%</li> <li>2. 0,084%</li> <li>3. 0,050%</li> <li>4. 0,075%</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |
| <p>19. Какие штейны являются коллекторами благородных металлов?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Богатые</li> <li>2. Бедные</li> <li>3. Металлизированные</li> <li>4. Промышленные</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>ПК-2</b> |
| <p>20. Как называют рафинирование с помощью серы?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грубое обезмеживание</li> <li>2. Тонкое обезмеживание</li> <li>3. Ликвация</li> <li>4. Металлотермия</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>ПК-2</b> |
| <p>21. Что такое обезмеживание?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выпаривание воды</li> <li>2. Перевод металла из твердого состояния в расплав</li> <li>3. Удаление меди</li> <li>4. Обжиг металла</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>ПК-2</b> |
| <p>22. Процесс, целью которого является концентрирование цветных металлов бедных штейнов путем окисления сульфида железа при продувке жидкого штейна воздухом – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Литье</li> <li>2. Восстановление</li> <li>3. Плавка</li> <li>4. Конвертирование</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>ПК-2</b> |
| <p>23. При раскислении, элемент с большим сродством к кислороду, растворяющийся в расплавленном рафинированном металле, называют:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Раскислителем</li> <li>2. Окислителем</li> <li>3. Раскисленным элементом</li> <li>4. Окисленным элементом</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>ПК-2</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>24. Каким бывает шлак по микроструктуре?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прозрачный</li> <li>2. Мелкий</li> <li>3. Матовый</li> <li>4. Крупнокристаллический</li> </ol>                                                                               | <b>ПК-2</b> |
| <p>25. Потери, при которых во время плавки на штейн растворение сульфидов в шлаке – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Химические потери</li> <li>2. Физические потери</li> <li>3. Физико-химические потери</li> <li>4. Механические потери</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |

| <b>Вариант 5</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>1. Галлий относится к металлам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Черным</li> <li>2. Тяжелым</li> <li>3. Радиоактивным</li> <li>4. Рассеянным</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                     | <b>ПК-2</b> |
| <p>2. Лантан относится к металлам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Редкоземельным</li> <li>2. Тяжелым</li> <li>3. Благородным</li> <li>4. Легким</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                   | <b>ПК-2</b> |
| <p>3. Какие процессы относятся к гидрометаллургическим?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хлорирующий обжиг</li> <li>2. Обжиг в кипящем слое</li> <li>3. Электролиз с растворимыми анодами</li> <li>4. Агломерирующий обжиг</li> </ol>                                                                                                                                          | <b>ПК-2</b> |
| <p>4. Для кислых силикатных сплавов с большим содержанием <math>SiO_2</math> интервал между точкой начала размягчения и температурой полного расплавления 200-300 °С - это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Критерий определения кислотности</li> <li>2. Первое правило Мостовича</li> <li>3. Второе правило Мостовича</li> <li>4. Критерий определения основности</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>5. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:</p> $2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + \text{N}_{2(г)} = \text{NH}_4\text{NO}_3$ $T=405 \text{ К}; \Delta H=247 \text{ кДж}; \Delta S=-316 \text{ Дж/К}$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В системе наступило равновесие</li> <li>2. Реакция необратима, в указанных условиях протекает обратная реакция</li> <li>3. Реакция необратима, протекает в прямом направлении</li> <li>4. Реакция необратима, прямая реакция невозможна</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |
| <p>6. Исходя из указанных значений термодинамических функций и температуры, определить характер и условия протекания реакции:</p> $2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + \text{N}_{2(г)} = \text{NH}_4\text{NO}_3$ $T=405 \text{ К}; \Delta H=24,7 \text{ кДж}; \Delta S=31,6 \text{ Дж/К}$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В системе наступило равновесие</li> <li>2. Реакция обратима, в указанных условиях протекает обратная реакция</li> <li>3. Реакция необратима, протекает в прямом направлении</li> <li>4. Реакция необратима, прямая реакция невозможна</li> </ol>  | <b>ПК-2</b> |
| <p>7. Способность к кристаллизации достигается при некоторой средней температуре. Для шлаков она составляет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 100-200<sup>0</sup>С ниже температуры плавления</li> <li>2. 100-200<sup>0</sup>С выше температуры плавления</li> <li>3. 100-200<sup>0</sup>С ниже температуры кипения</li> <li>4. 100-200<sup>0</sup>С выше температуры кипения</li> </ol>                                                                                                                                                                         | <b>ПК-2</b> |
| <p>8. Шлак содержит в себе железа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1-2%</li> <li>2. 0,1-1%</li> <li>3. 2-5%</li> <li>4. 5-10%</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>ПК-2</b> |
| <p>9. Красный шлам – это когда много:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></li> <li>2. Cu<sub>2</sub>S</li> <li>3. FeS</li> <li>4. SiO<sub>2</sub></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>ПК-2</b> |
| <p>10. Обжиг, цель которого удалить серу и перевести порошковый материал в пористый кусковой продукт – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Окислительный обжиг</li> <li>2. Кальцинирующий обжиг</li> <li>3. Восстановительный обжиг</li> <li>4. Обжиг с агломерацией</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>ПК-2</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <p>11. Шлак содержит: <math>\text{SiO}_2 = 26\%</math>, <math>\text{FeO} = 31\%</math>, <math>\text{CaO} = 18\%</math>. Определить степень кислотности.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2,02 кислый</li> <li>2. 1,15 основной</li> <li>3. 2,02 основной</li> <li>4. 1,15 кислый</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ПК-2 |
| <p>12. Шлак содержит: <math>\text{SiO}_2 = 37\%</math>, <math>\text{FeO} = 28\%</math>, <math>\text{CaO} = 20\%</math>. Определить степень кислотности.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2,31 основной</li> <li>2. 2,44 кислый</li> <li>3. 1,05 кислый</li> <li>4. 1,65 основной</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ПК-2 |
| <p>13. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 24</math> (остальное - <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>, <math>\text{MgO}</math>, <math>\text{CaO}</math>, <math>\text{SiO}_2</math>) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 24% (мас.), по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1900\text{K}</math>, если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 3,33</math>; <math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,3</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 302,85</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1,02%</li> <li>2. 1,60%</li> <li>3. 1,09%</li> <li>4. 1,43%</li> </ol> | ПК-2 |
| <p>14. Из окисленных никелевых руд состава: <math>\text{NiO} - 3,5</math>; <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 - 18</math> (остальное - <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>, <math>\text{MgO}</math>, <math>\text{CaO}</math>, <math>\text{SiO}_2</math>) получают ферроникель - сплав железо – никель с содержанием никеля 28% (мас.) по реакции: <math>(\text{NiO}) + [\text{Fe}] = [\text{Ni}] + (\text{FeO})</math>. Рассчитать процент перехода никеля в шлак (химические потери никеля в виде <math>\text{NiO}</math>) при температуре <math>T = 1800\text{K}</math>, если: <math>\frac{X_{\text{Fe}}}{X_{\text{Ni}}} = 2,7</math>; <math>\eta_{\text{FeO}}^{\text{исх}} = 0,225</math>; <math>\frac{X_{\text{FeO}}}{X_{\text{NiO}}} = 248,33</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,46%</li> <li>2. 0,53%</li> <li>3. 0,85%</li> <li>4. 0,69%</li> </ol> | ПК-2 |
| <p>15. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1460K, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 0,2% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{\text{NiO}}</math>) равна 0,1.<br/>Если: <math>\text{Ni}\%(\text{мол.}) = 5,191</math>; <math>\text{Cu}_2\text{O}\%(\text{мол.}) = 0,8</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4,77%</li> <li>2. 5,15%</li> <li>3. 0,47%</li> <li>4. 0,51%</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК-2 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>16. Определить остаточное содержание никеля % (мас.) в черновой меди после окислительного рафинирования при температуре 1500 К, если содержание растворенного кислорода в расплаве – 0,6% (мас.), а активность закиси никеля (<math>\alpha_{NiO}</math>) равна 0,2.<br/>Если: <math>Ni\%(мол.) = 1,982</math>; <math>Cu_2O\%(мол.) = 2,5</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2,35%</li> <li>2. 23,50%</li> <li>3. 17,80%</li> <li>4. 1,78%</li> </ol>                                                                                                  | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>17. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 0,2% (мас.):<br/><math>[FeO] + [Mn] = [Fe] + MnO</math><br/>Температура процесса – 1870 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль,</p> $\Delta G^{\circ}FeO = -239600 + 49,49 T;$ $\Delta G^{\circ}MnO = -406200 + 87,9 T.$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,08%</li> <li>2. 0,108%</li> <li>3. 0,8%</li> <li>4. 0,18%</li> </ol>   | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>18. Определить остаточное (равновесное) содержание кислорода в стали при раскислении ее марганцем, если остаточное содержание марганца в стали не должно превышать 0,4% (мас.):<br/><math>[FeO] + [Mn] = [Fe] + MnO</math><br/>Температура процесса – 1850 К. Температурная зависимость энергии Гиббса образования оксидов выражается уравнениями, Дж/моль.</p> $\Delta G^{\circ}FeO = -239600 + 49,49 T; \Delta G^{\circ}MnO = -406200 + 87,9 T.$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,031%</li> <li>2. 0,024%</li> <li>3. 0,072%</li> <li>4. 0,015%</li> </ol> | <p><b>ПК-2</b></p> |
| <p>19. Обжиг, цель которого перевести оксиды или сульфиды в хлориды – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кальцинирующий</li> <li>2. Хлорирующий</li> <li>3. Фторирующий</li> <li>4. Магнетизирующий</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p><b>ПК-2</b></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p>20. Что, кроме минимального количества извлекаемого металла и шлака, содержит в себе шлак рудных плавов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пустую породу</li> <li>2. Драгоценные металлы</li> <li>3. МПГ</li> <li>4. Штейн</li> </ol>                                                                                                                     | <b>ПК-2</b> |
| <p>21. Процесс, цель которого, в конечном счете, извлечь металл из руд или других минералов – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рафинировочный</li> <li>2. Окислительный</li> <li>3. Восстановительный</li> <li>4. Metallургический</li> </ol>                                                                                                          | <b>ПК-2</b> |
| <p>22. По химическому составу руды бывают:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вкрапленные</li> <li>2. Медистые</li> <li>3. Самородные</li> <li>4. Богатые</li> </ol>                                                                                                                                                                                          | <b>ПК-2</b> |
| <p>23. Обжиг, цель которого изменить химический состав тех рудных минералов, которые находятся в сырье – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Окислительный</li> <li>2. Обжиг с агломерацией</li> <li>3. Кальцинирующий</li> <li>4. Восстановительный</li> </ol>                                                                                           | <b>ПК-2</b> |
| <p>24. Процесс, который помимо расплавления сопровождается многочисленными химическими превращениями. Исходные вещества реагируют между собой и с газообразной фазой с образованием суммы жидких фаз и изменений газообразной фазы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обжиг</li> <li>2. Кальцинация</li> <li>3. Конвертирование</li> <li>4. Плавка</li> </ol> | <b>ПК-2</b> |
| <p>25. Процесс рудной плавки, при котором в результате получают металл в твердом или жидком состоянии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Восстановительная</li> <li>2. Окислительная-контрационная</li> <li>3. Электролиз расплавленных солей</li> <li>4. Металлотермическая</li> </ol>                                                                      | <b>ПК-2</b> |

Матрица ответов  
по дисциплине: Теория пирометаллургических процессов

| № вопроса | № варианта |   |   |   |   |
|-----------|------------|---|---|---|---|
|           | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1         | 3          | 2 | 2 | 3 | 4 |
| 2         | 3          | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 3         | 3          | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 4         | 3          | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 5         | 2          | 4 | 2 | 4 | 2 |
| 6         | 2          | 2 | 1 | 4 | 2 |
| 7         | 1          | 1 | 2 | 3 | 1 |
| 8         | 1          | 2 | 4 | 4 | 3 |
| 9         | 4          | 1 | 3 | 2 | 1 |
| 10        | 3          | 1 | 4 | 3 | 4 |
| 11        | 2          | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 12        | 3          | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 13        | 2          | 3 | 2 | 4 | 1 |
| 14        | 1          | 3 | 3 | 1 | 3 |
| 15        | 2          | 4 | 1 | 2 | 1 |
| 16        | 1          | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 17        | 1          | 2 | 4 | 1 | 2 |
| 18        | 3          | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 19        | 2          | 3 | 1 | 4 | 2 |
| 20        | 1          | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 21        | 4          | 2 | 1 | 3 | 4 |
| 22        | 1          | 4 | 1 | 4 | 3 |
| 23        | 2          | 2 | 4 | 1 | 3 |
| 24        | 4          | 3 | 2 | 4 | 4 |
| 25        | 1          | 4 | 1 | 2 | 3 |