

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 07.08.2025 12:50:05

Уникальный программный ключ:

a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине**

**«Конструкция и расчет металлургического оборудования»**

**Факультет:** Горно-технологический факультет

**Направление подготовки:** 15.04.02 Технологические машины и оборудование

**Направленность (профиль):** Машины и агрегаты металлургической промышленности

**Уровень образования:** Магистратура

**Кафедра** «Технологические машины и оборудование»

Разработчик ФОС:

|                                     |           |       |
|-------------------------------------|-----------|-------|
| _____                               | _____     | _____ |
| (должность, степень, ученое звание) | (подпись) | (ФИО) |

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Л.В. Крупнов

**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                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Профессиональные компетенции</i></b>                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК-4:<br>Способен оценивать техническое состояние, выявлять и устранять неисправности в работе металлургического оборудования с гидравлическим, пневматическим и электромеханическим приводами, задействованными в технологическом процессе | ПК-4.1<br>Демонстрирует навыки выявления и оценки неисправностей в работе металлургического оборудования<br>ПК-4.2<br>Выявляет неисправности и оценивает техническое состояние металлургического оборудования посредством расчетов |
| ПК-5: Способен разрабатывать технические задания на проектирование, модернизацию, ремонт технологических машин, приводов и нестандартного оборудования                                                                                      | ПК-5.2<br>Осуществляет разработку технических заданий на проектирование, модернизацию технологических машин и их приводов                                                                                                          |

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Формируемая компетенция | Наименование оценочного средства | Форма оценивания |
|------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| Конструкция и расчёт отражательных печей | ПК-4<br>ПК-5            | Тестовые задания                 | Письменно        |
| Конструкция мартеновских печей           | ПК-4<br>ПК-5            | Тестовые задания                 | Письменно        |
| Конструкция и расчёт доменных печей      | ПК-4<br>ПК-5            | Тестовые задания                 | Письменно        |
| Конструкция и расчет шахтных печей       | ПК-4<br>ПК-5            | Тестовые задания                 | Письменно        |
| Автогенная плавка                        | ПК-4<br>ПК-5            | Тестовые задания                 | Письменно        |

**Перечень контрольно-оценочных средств (КОС)**

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие контрольно-оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся:

Таблица 3. Перечень контрольно-оценочных средств

|    | Наименование оценочного средства                 | Сроки выполнения | Шкала оценивания                                               | Критерии оценивания |
|----|--------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1. | <b><i>Текущий контроль качества</i></b>          |                  |                                                                |                     |
|    | Тестовые задания                                 | 2 семестр        | Достигнут/ не достигнут пороговый уровень освоения компетенции |                     |
| 2. | <b><i>Промежуточная аттестация «экзамен»</i></b> |                  |                                                                |                     |
|    | Вопросы к зачету                                 | 2 семестр        | Освоил/ не освоил компетенцию                                  | Зачтено/не зачтено  |

**Критерии выставления оценки по 4-балльной шкале оценивания для экзамена или «зачтено с «оценкой»:**

- оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всесторонние, глубокие знания учебного материала и умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой; изучивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой обучения; безупречно отвечавший не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы; проявивший творческие способности в использовании учебного материала;

- оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полные знания учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные программой задания, изучивший основную литературу, отвечавший на все вопросы билета;

- оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания в объеме, необходимом для дальнейшей учёбы и работы по профессии, справившийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, допустивший погрешности в ответе и при выполнении заданий, но обладающий достаточными знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных рабочей программой заданий, которые не позволят ему продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

***\*\*Промежуточная аттестация в форме «КП» «КР»***

По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания:

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета, не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

**1. 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**

**3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

**1. Укажите какой из приведенных ниже способов НЕ относится к основному способу производства стали.**

- a) кислородно-конвертерный
- b) электросталеплавильный
- c) мартеновский
- d) пирометаллургический

**2. Укажите характеристики мартеновского процесса**

- a) более низкими технико-экономическими показателями

- b) значительным загрязнением окружающей среды
- c) большим уровнем механизации
- d) менее тяжелыми условиями труда.

**3. Какие химические соединения преобладают в нейтральных огнеупорных материалах?**

- a)  $\text{SiO}_2$  ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- b)  $\text{CaO}$  ,  $\text{MgO}$
- c)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
- d)  $\text{FeO}$  ,  $\text{MgO}$

**4. Какие огнеупорные материалы называют кислыми?**

- a) Содержащие большое количество  $\text{SiO}_2$
- b) Содержащие большое количество  $\text{CaO}$
- c) Содержащие большое количество  $\text{MgO}$
- d) Содержащие большое количество  $\text{Al}_2\text{O}_3$

**5. Какая сталеплавильная печь называется основной?**

- a) Плавильное пространство которой выложено огнеупорами, содержащими глинозем (шамот)
- b) Плавильное пространство которой выложено огнеупорами, содержащими кремнезем (динас)
- c) Плавильное пространство которой выложено огнеупорами, содержащими  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$

**6. Каково назначение флюса в металлургическом производстве?**

- a) Изготовление футеровки печи
- b) Обогащение руды
- c) Образование шлака
- d) Окачивание

**7. Какой футеровочный материал обладает наибольшей огнеупорностью?**

- a) Динас
- b) Шамот
- c) Магнезит
- d) Доломит

**8. Какое металлургическое топливо обладает наибольшей теплотворной способностью?**

- a) Кокс
- b) Природный газ
- c) Коксовый газ
- d) Мазут
- e) Доменный газ

**9. В каких металлургических печах в качестве топлива применяют преимущественно мазут?**

- a) В доменной печи.
- b) В вагранке.
- c) В конвертере.
- d) В электродуговой печи.
- e) В мартеновской печи.

**10. Какой способ получения металлов и сплавов, основан на том, что необходимое тепло обеспечивается сжиганием топлива?**

- a) Химико-металлургический.
- b) Гидрометаллургический.
- c) Пирометаллургический.
- d) Электрометаллургический.
- e) Порошковой металлургии.

**11. Доменная печь работает**

- a) переменнo;
- b) кратковременнo;
- c) непрерывнo;
- d) 8 часов в сутки;

е) 12 часов в сутки.

**12. Продукты доменной печи**

- а) чугуны, ферросплавы, шлак, доменный газ;
- б) цветные металлы;
- в) пески;
- г) измельченный песок;
- е) негабариты.

**13. Что служит основным топливом для доменной плавки?**

- а) Мазут
- б) Природный газ.
- в) Доменный газ.
- г) Кокс.
- е) Каменный уголь.

**14. Каким требованиям должна удовлетворять руда, применяемая для плавки в доменных печах?**

- а) Малая пористость.
- б) Максимальное содержание серы и фосфора.
- в) Максимальное содержание железа.
- г) Трудная восстановимость.

**15. Что является восстановителем железа из его оксидов в доменных печах?**

- а) Азот и кислород
- б) Кремний и марганец
- в) Хром и никель
- г) Углерод и водород
- е) Сера и фосфор

**16. Какие условия необходимы в сталеплавильном агрегате для удаления фосфора?**

- а) Основной шлак и умеренная температура
- б) Основной шлак и высокая температура
- в) Кислый шлак и умеренная температура
- г) Кислый шлак и высокая температура

**17. Какие условия необходимы в сталеплавильном агрегате для удаления серы?**

- а) Основной шлак и умеренная температура
- б) Основной шлак и высокая температура
- в) Кислый шлак и высокая температура
- г) Кислый шлак и умеренная температура

**18. Какие, легирующие сталь элементы, вводятся в конце плавки или непосредственно в ковш?**

- а) Никель, молибден
- б) Медь, кобальт
- в) Хром, титан
- г) Ванадий, медь
- е) Никель, кремний

**19. Где расположено сталевыпускное отверстие у мартеновской печи?**

- а) В передней стенке
- б) В подине
- в) В головке печи
- г) В задней стенке
- е) В своде

**20. Каково назначение регенераторов в мартеновских печах?**

- а) Подача топлива в плавильное пространство
- б) Контроль за ходом плавки
- в) Нагрев воздуха и газообразного топлива
- г) Подача шихты в плавильное пространство

- 21. Каким огнеупорным материалом выкладывают подину основной мартеновской печи?**
- a) Шамотом
  - b) Динасом
  - c) Магнезитом
  - d) Кремнеземом
  - e) Глиноземом
- 22. Что включает в себя шихта при выплавке стали в кислородном конвертере?**
- a) Жидкий переплавный чугун и скрап
  - b) Чушковый переплавный чугун и скрап
  - c) Железная руда и твердый переплавный чугун
  - d) Чушковый литейный чугун и скрап
- 23. Какие стали преимущественно выплавляются в кислородных конвертерах?**
- a) Углеродистые и высоколегированные
  - b) Высоколегированные
  - c) Углеродистые и низколегированные
  - d) Низколегированные и высоколегированные
- 24. Какой сталеплавильный процесс позволяет получать сталь наиболее высокого качества?**
- a) Конвертерный
  - b) Мартеновский
  - c) Электроплавильный
- 25. Из какого материала выполнены электроды в электродуговых сталеплавильных печах?**
- a) Вольфрамовые
  - b) Стальные или угольные
  - c) Графитовые или угольные
  - d) Молибденовые или стальные
- 26. Какое количество электродов имеет дуговая плавильная электропечь?**
- a) Один
  - b) Два
  - c) Три
  - d) Четыре
- 27. Как загружают шихту в электродуговую печь?**
- a) Через рабочее окно
  - b) Через летку
  - c) Через желоб
  - d) Сверху
- 28. К какому типу относится индукционная печь?**
- a) К пламенной
  - b) К шахтной
  - c) К дуговой
  - d) К тигельной
- 29. Что является источником нагрева металла в индукционных печах?**
- a) Вихревые токи
  - b) Электрическая дуга
  - c) Горение мазута
  - d) Горение кокса
  - e) Горение газа
- 30. Преимущества индукционных сталеплавильных печей по сравнению с дуговыми электропечами?**
- a) Низкая стоимость электрооборудования
  - b) Высокая стойкость основных тиглей

- c) Высокая химическая активность шлака
- d) Возможность выплавки стали с низким содержанием углерода, азота и неметаллических примесей

**31. Из какого материала изготавливают изложницы?**

- a) Из алюминия
- b) Из чугуна
- c) Из меди
- d) Из пластмассы

**32. Каковы преимущества разливки стали сверху перед сифонной разливкой?**

- a) Более чистая поверхность слитка
- b) Выше производительность
- c) Меньше количество неметаллических включений в слитке
- d) Отсутствие плен оксидов и брызг металла, затвердевающих на стенках изложницы
- e) изложницы

**33. Какой способ разливки позволяет прокатывать стальные слитки минуя блюминги и слэббинги?**

- a) Сифонный
- b) Непрерывной разливки
- c) Сверху

**34. Какой металлургический способ преимущественно используется при производстве меди?**

- a) Электрометаллургический
- b) Пирометаллургический
- c) Гидрометаллургический
- d) Химико-металлургический

**35. Из каких компонентов состоит в основном медный штейн?**

- a) FeS, Cu<sub>2</sub>S
- b) CuO, FeS
- c) FeS, CaO
- d) CaO, CuO

**36. Как получают медный штейн?**

- a) Обогащением руды
- b) Обжигом в кипящем слое
- c) Флотацией
- d) Рафинированием
- e) Выплавкой в печи

**37. Где производят огневое рафинирование меди?**

- a) В ваннах
- b) В электропечах
- c) В многоподовых цилиндрических печах
- d) В отражательных печах
- e) В конвертерах

**38. Какие основные технологические процессы происходят при конвертировании медного штейна?**

- a) Удаление газов из расплава
- b) Восстановление оксидов меди
- c) Окисление сульфидов меди и железа
- d) Восстановление оксидов железа

Медный штейн конвертируют для окисления сульфидов меди и железа, перевода образующихся оксидов в шлак, а серы в SO<sub>2</sub> и получения черновой меди.

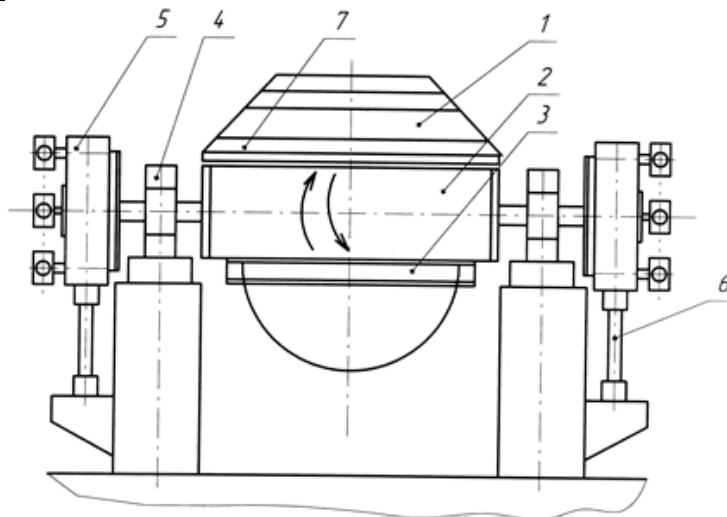
**39. В чем по конструктивному исполнению заключается отличие конвектора большой вместимости от конвекторов малой и средней вместимости?**

- a) Конвертор большей вместимости имеет односторонний привод

- b) Конвектор большей вместимости имеет двухсторонний привод
- c) У конвекторов малой и средней вместимости отсутствует система тяг
- d) У конвекторов малой и средней вместимости опорное кольцо не отделено от корпуса.

**40. Установите соответствие элементов конвертера большой вместимости с цифровыми обозначениями**

|                                                                      |   |
|----------------------------------------------------------------------|---|
| корпус                                                               | 1 |
| опорное кольцо                                                       | 2 |
| система шарнирных тяг                                                | 3 |
| подшипники                                                           | 4 |
| навесные многодвигательные привода                                   | 5 |
| удерживающее устройство для восприятия реактивного момента редуктора | 6 |
| экран                                                                | 7 |



**41. По какой формуле определяется внутренний объем конвертера, если Q- масса плавки [т],  $\Delta V$ - удельный объем конвертера, R-радиус опорного кольца?**

- a)  $V=Q \times \Delta V$
- b)  $V=Q \times R$
- c)  $V=Q \times \Delta V \times R$
- d)  $V=Q \times \Delta V / R$

**42. Что является общим при проектировании конструкции конвекторов?**

- a) Выполнение отделённого от корпуса опорного кольца
- b) Применение сферических подшипников качения в опорах
- c) Наличие многодвигательных приводов наклона корпуса
- d) все ответы верны

**43. По какой формуле рассчитывается производительность конвертера (т/год), если 1440 – число минут в сутках;  $\alpha$  – выход готовых слитков по отношению к жидкой массе стали, %;  $\Phi$ – число рабочих суток в году; T – емкость конвертера (по массе жидкой стали), т;  $\tau$  - длительность плавки, мин.?**

- a)  $P_K = \frac{1440 \times \alpha \times \Phi \times T}{100 \times \tau}$
- b)  $P_K = \frac{1440 \times \alpha \times T}{100 \times \tau}$
- c)  $P_K = \frac{\alpha \times T}{1440 \times 100 \times \tau}$
- d)  $P_K = \frac{\alpha \times T}{1440 \times 100 \times \alpha \times \tau}$

44. По какой формуле рассчитывается производительность конвертера (т/сут), если 1440 – число минут в сутках;  $\alpha$  – выход готовых слитков по отношению к жидкой массе стали, %;  $\Phi$  – число рабочих суток в году;  $T$  – емкость конвертера (по массе жидкой стали), т;  $\tau$  – длительность плавки, мин.?

a) 
$$P_k = \frac{1440 \times \alpha \times \Phi \times T}{100 \times \tau}$$

b) 
$$P_k = \frac{1440 \times \alpha \times T}{100 \times \tau}$$

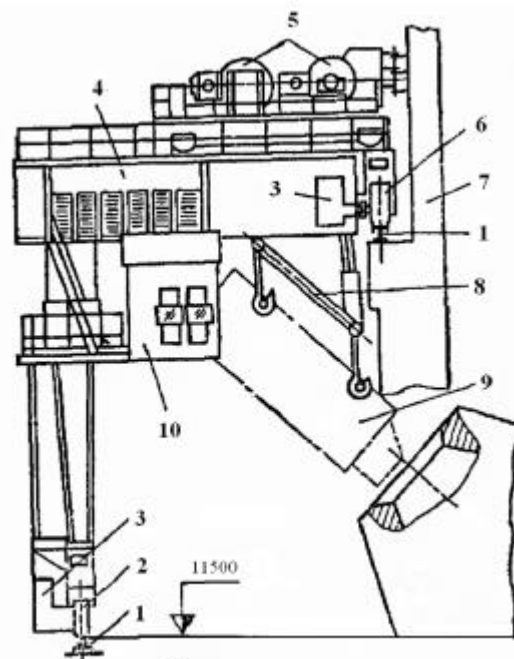
c) 
$$P_k = \frac{\alpha \times T}{1440 \times 100 \times \tau}$$

d) 
$$P_k = \frac{\alpha \times T}{1440 \times 100 \times \alpha \times \tau}$$

45. Сколько совков поднимает полупортальная загрузочная машина для загрузки лома в конвертер? Ответ: \_\_\_\_\_



а



б

46. Какую форму представляет собой кислородный конвертер, поворачивающийся в цапфах? Ответ: \_\_\_\_\_

- a) Грушевидную
- b) Миндальную
- c) Сферическую
- d) Торообразную

47. Какой формы чаще всего делают днище кислородного конвертера, поворачивающийся в цапфах? Ответ: \_\_\_\_\_

48. На рисунке к заданию приведена отражательная печь для плавки медных концентратов. Установите соответствие названий элементов печи с их цифровыми позициями.

|                        |   |
|------------------------|---|
| горелки или форсунки,  | 1 |
| шнуровые отверстия     | 2 |
| окно для выпуска шлака | 3 |
| аптейк                 | 4 |
| фундамент              | 5 |

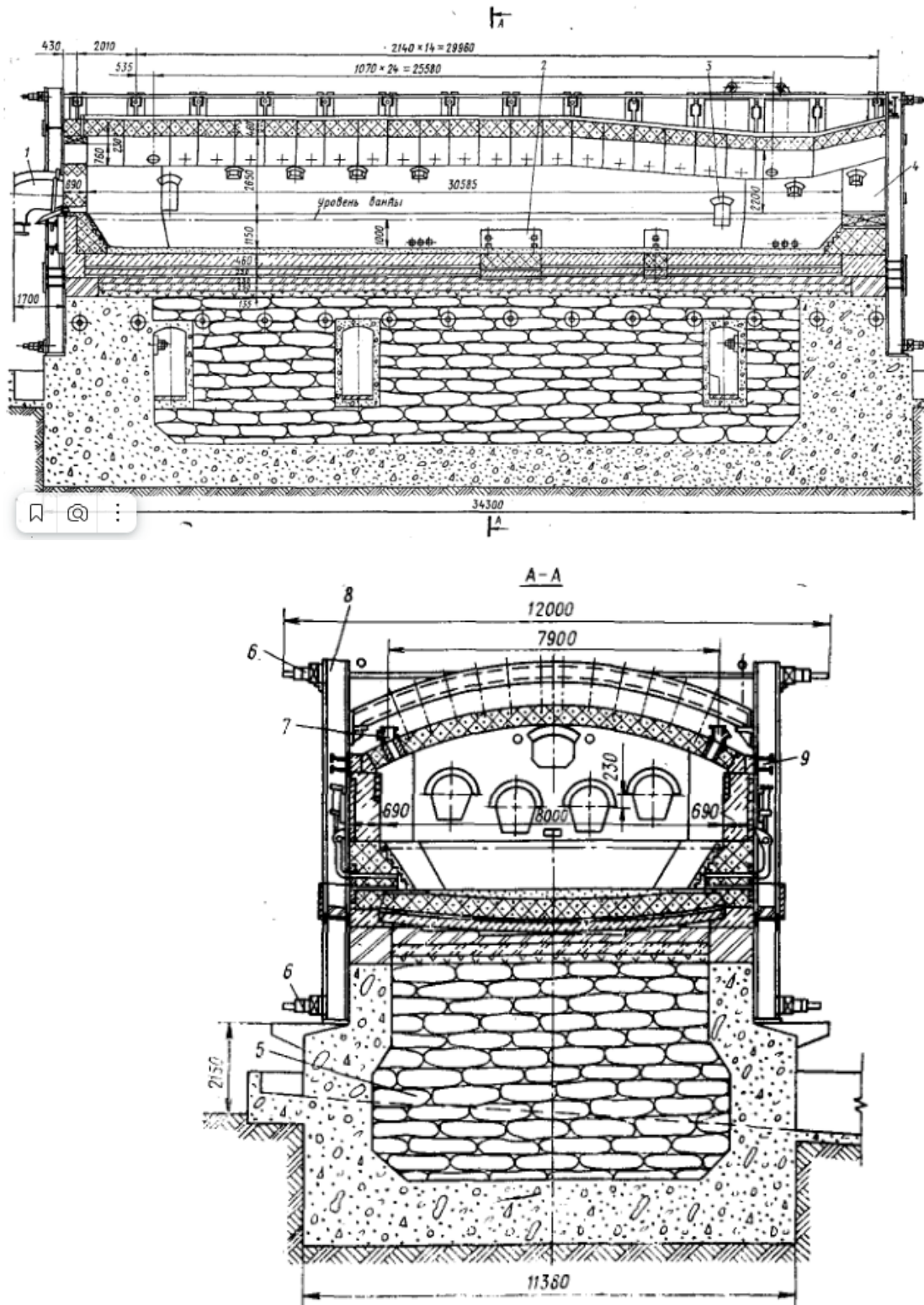


Рис. Отражательная печь для плавки медных концентратов

49. Какое назначение аптеика отражательной печи для плавки медных концентратов?

- Отводить газы в дымовую трубу
- Улавливать уносимые газами частички и возвращать их снова в печь
- Подача в печь природного газа
- Слив полученного металла

50. Какое назначение аптеика отражательной печи для плавки медных концентратов?

Ответ: \_\_\_\_\_

51. Укажите какой тип электрической печи соответствует описанию: «Электроды печи расположены вертикально. Дуга горит между графитовым электродом и поверхностью металла. Область высокой температуры максимально приближена к поверхности металла. Пе-

передача тепла осуществляется как излучением от самой дуги, стен и свода печи, так и непосредственно при соприкосновении дуги и расплава. Свод печи защищен от воздействия дуг благодаря экранирующему действию электродов. Печи могут быть большой вместимости и производительности»

Ответ: \_\_\_\_\_

52. Укажите какой тип электрической печи соответствует описанию: «Нагрев металла происходит за счет излучения от электрической дуги, образующейся между электродами, расположенными горизонтально. Очаг высокой температуры находится на некотором расстоянии от металла, поэтому угар и испарение последнего невелики. Кладка работает в очень тяжелых условиях. Более половины тепла, излучаемого дугой, сначала попадает на футеровку печи и, лишь отразившись от нее, достигает расплавленного металла. Футеровка печи испытывает большие тепловые нагрузки.»

Ответ: \_\_\_\_\_

53. Укажите какой тип электрической печи соответствует описанию: «Электрическая дуга горит между вертикально расположенными электродами внутри расплавляемой шихты. Футеровка печи защищена от излучения дуг слоем непрореагировавшей шихты (гарнисаж), поэтому в таких печах можно проводить процессы с высокой рабочей температурой. Печи такого типа не наклоняются. Выпуск металла осуществляется через летку.»

Ответ: \_\_\_\_\_

54. На рисунке к заданию приведены конструкции открывания свода электродуговых печей. Укажите соответствие букв под рисунком и типом механизма открывания свода.

|                                                                             |   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---|
| 54.1. С открывающимся сводом                                                | а |
| 54.2. С выкатным корпусом с передвижением по рельсам                        | б |
| 54.3. С отворачивающимся сводом с опорой на отдельный фундамент             | в |
| 54.4. С отворачивающимся сводом с опорой механизма отворота свода на люльку | г |

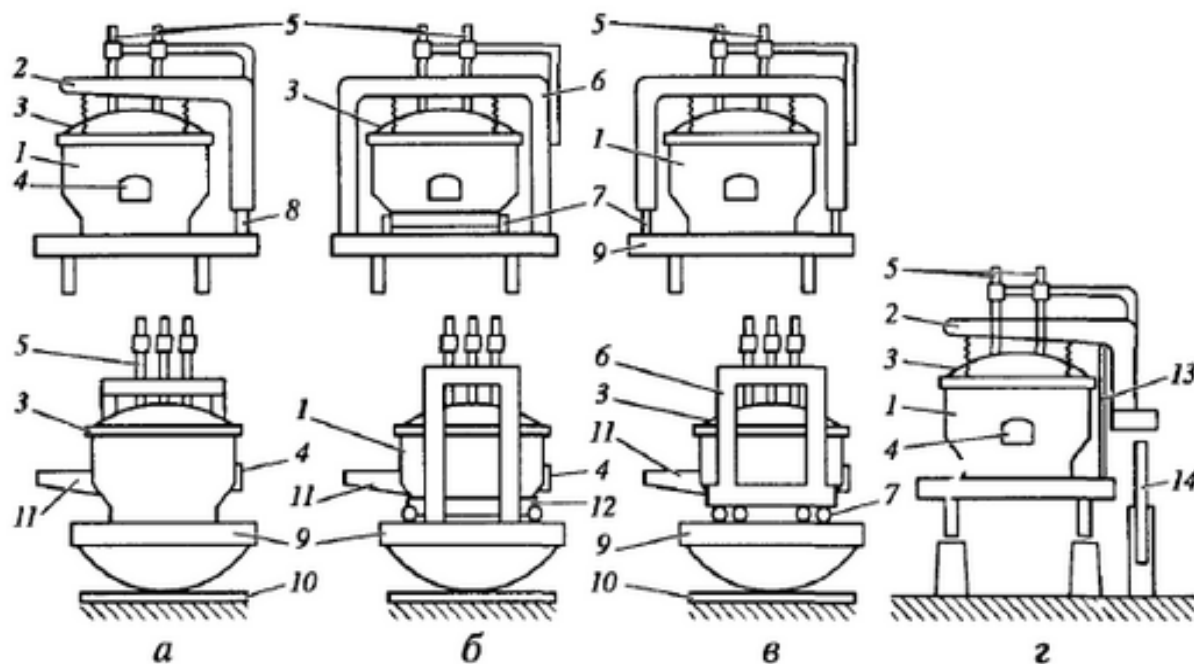


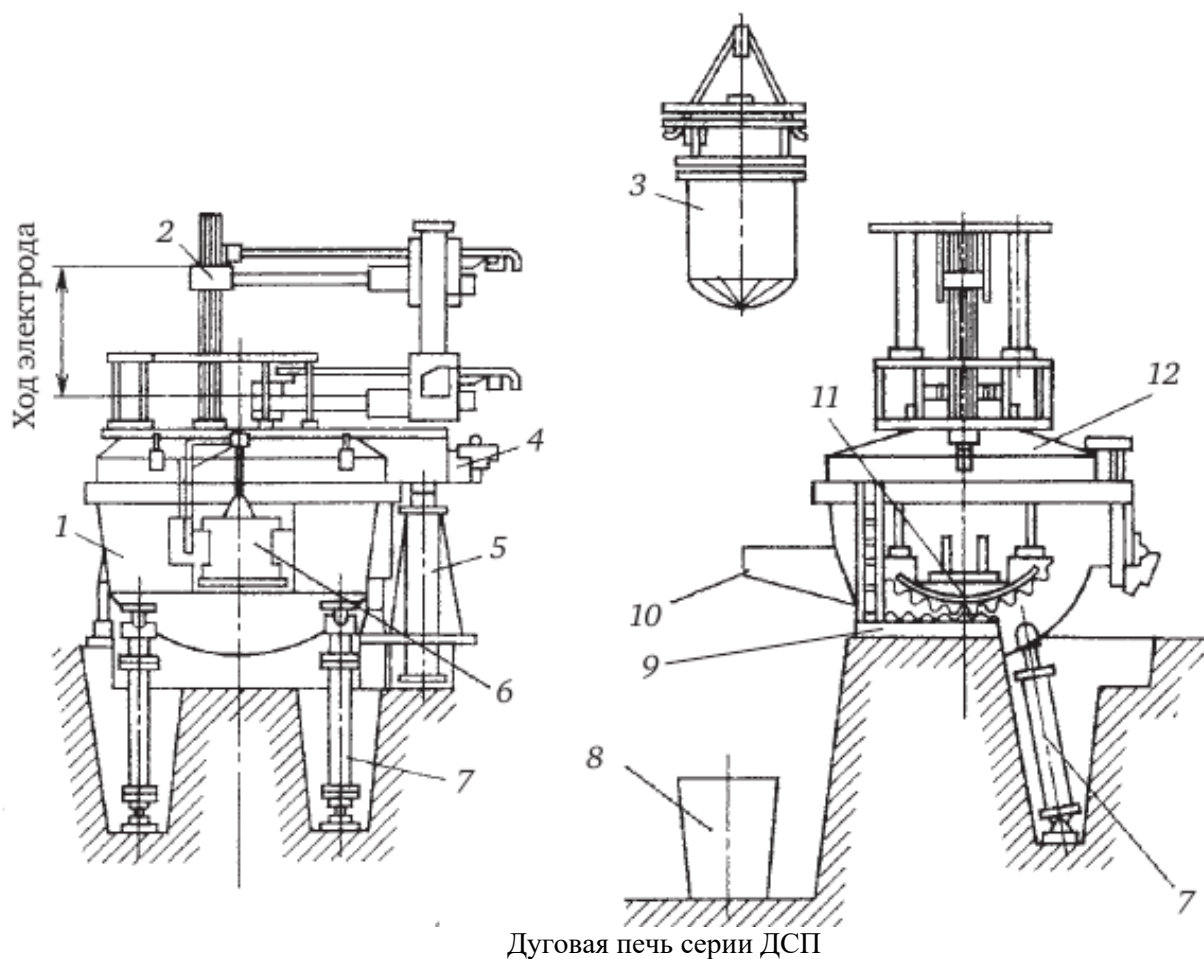
Рис. Способы открывания свода<sup>1</sup>

1 – кожух; 2 – полупортал; 3 – свод; 4 – рабочее окно; 5 – электроды; 6 – портал; 7 – ходовые колеса; 8 – поворотный вал; 9 – люлька; 11 – сливной желоб; 12 – тележка; 13 – стойки; 14 – подвижная колонна.

<sup>1</sup> Проектирование цехов сталеплавильного производства: учебник / К.Н. Вдовин, В.Ф. Мысик, В.В.Точилкин, Н.А. Чиченев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. Нгос. Тех. Ун-та им. Г.И. Носова, 2016. – С.99-100 (505 с.)

55. На рисунке к заданию приведена конструкция дуговая сталеплавильной печи ДСП. Номером 7 на схеме обозначено: \_\_\_\_\_

Варианты ответов: кожух; электродержатель; бадья с цепным дном; траверса; механизм подъема и поворота свода; рабочее окно; гидравлический цилиндр; ковш; зубчатая плита; сливной желоб; зубчатый сегмент; свод.



56. Как называется элемент 5 конструкции дуговой сталеплавильной печи ДСП-150, представленный на рисунке к заданию? Ответ: \_\_\_\_\_

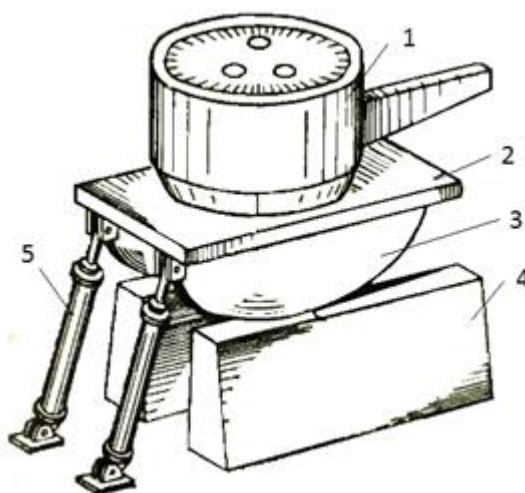


Схема механизма наклона ДСП:

57. Как называется элемент 5 и 6 конструкции дуговой сталеплавильной печи ДСП-150, представленный на рисунке к заданию? Ответ: \_\_\_\_\_

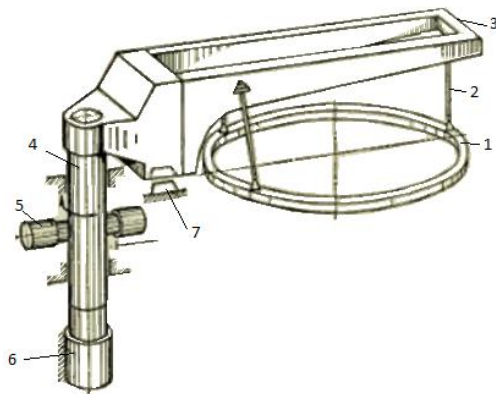


Схема механизма подъема-поворота свода: 1 – свод; 2 – подвеска; 3 – кронштейн; 4 – опорно-поворотный вал; 5 – гидроцилиндры поворота; 6 – гидроцилиндр подъема; 7 – фиксатор

**58. Как называется элемент 1 индукционной печи, представленный на рисунке к заданию?**

**Ответ:** \_\_\_\_\_

гидроцилиндры; сифонный желоб; съемная крышка; окно; крышка окна; полость канала; индуктор; магнитопровод; отверстия под ось для поворота печи; передняя стойка печи; задняя стойка

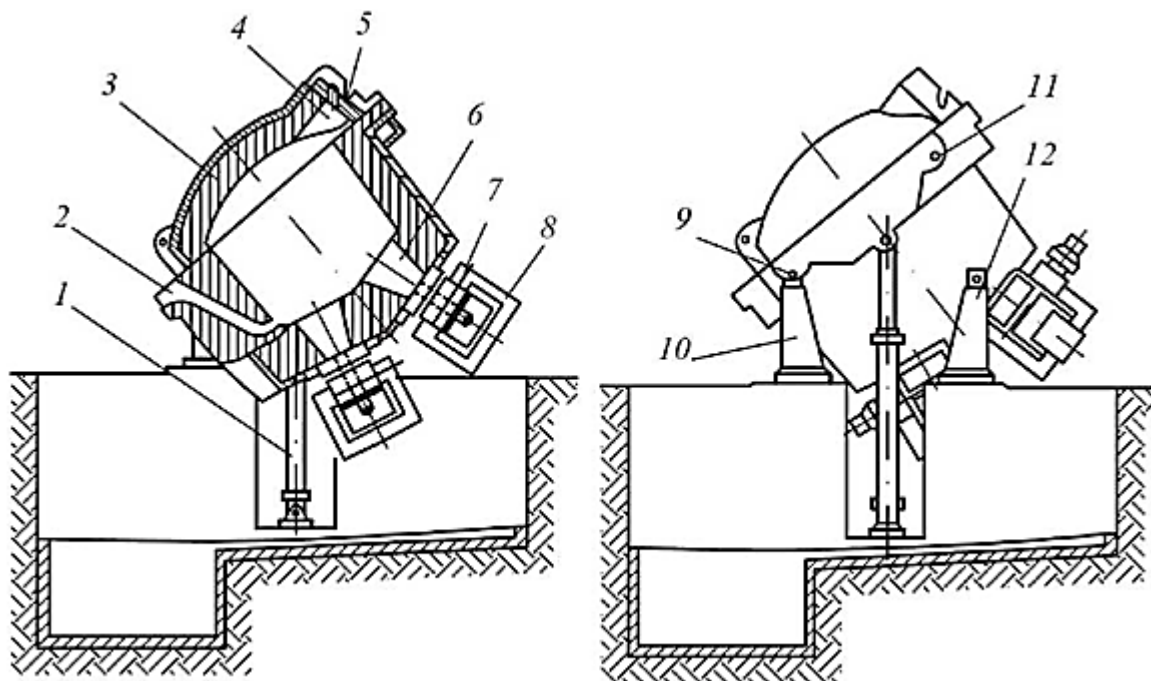


Схема индукционного канального миксера шахтного типа

**59. Укажите преимущества гидравлических приводов механизмов электродуговых печей по сравнению с электромеханическими приводами (несколько ответов):**

- a) Гидравлические привода более компактны, благодаря чему металлоемкость печей ниже на 15-20%;
- b) Гидравлические приводы потребляют меньше энергии;
- c) У гидравлических приводов выше долговечность;
- d) Площадь, занимаемая печами с гидравлическими приводами меньше.

**60. Какие факторы НЕ влияют на износ футеровки печей кислородно-факельной плавки:**

- a) Высокая скорость окислительных процессов;
- b) Получение более бедного штейна;
- c) Повышение производительности агрегата по концентрату;
- d) Переработка оборотных материалов (пыль, конвертерный шлак).

**61. Укажите недостаток мельниц самоизмельчения:**

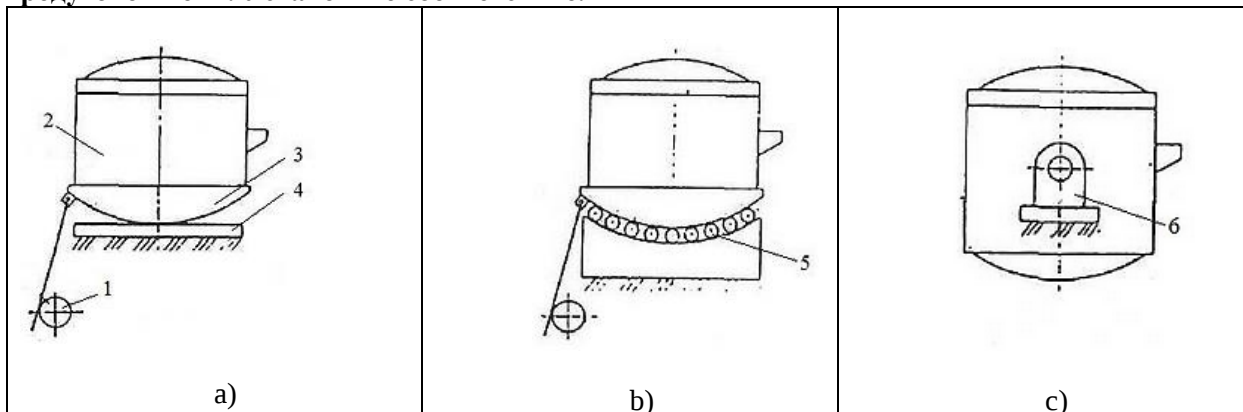
- a) Отсутствие в мельнице движущихся частей;
- b) Относительная невысокая производительность;
- c) Сложность выделения готового продукта из газовой среды;

d) Большой расход электроэнергии.

**62. Укажите почему в конструкции конвертеров днище чаще делают сферическим? (несколько ответов)**

- a) Чтобы облегчить циркуляцию металла;
- b) Это способствует снижению износа футеровки;
- c) Чтобы уменьшить циркуляцию металла;
- d) При такой конструкции легче ремонтировать конвертер

**63. На рисунке к заданию показана конструкция опорного узла механизма наклона электродуговой печи. Установите соответствие.**

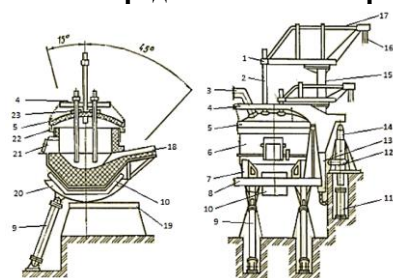


- 1.1. Цапфовый;
- 1.2. Секторный;
- 1.3. Роликовый;
- 1.4. Шариковый.

**64. При конструировании какой печи необходимо учитывать, что ее тепло передаётся материалу излучением от газообразных продуктов сгорания топлива, а также от раскалённой внутренней поверхности огнеупорной кладки печи?**

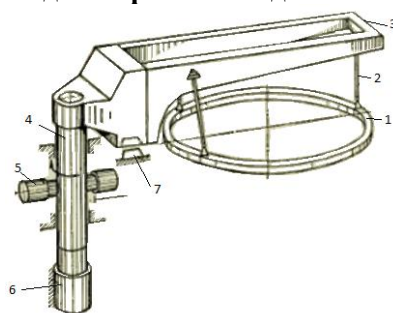
- a) Мартеновской;
- b) Доменной;
- c) Отражательной;
- d) Электродуговой.

**65. На рисунке к заданию приведена схема дуговой сталеплавильной печи. Какими номерами указаны гидроцилиндр механизма поворота свода и гидроцилиндр механизма передвижения электродов. Номера ввести через запятую без пробелов.**



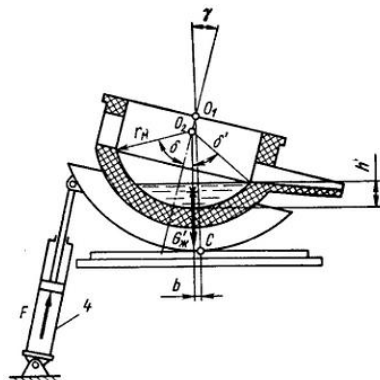
Ответ: \_\_\_\_\_

**66. На рисунке к заданию приведена схема подъема-поворота свода дуговой электропечи. Под номером 6 находится...**



Ответ: \_\_\_\_\_

**67. На рисунке к заданию приведена расчетная схема механизма наклона ДСП для определения опрокидывающих моментов дуговой электропечи. Под номером 4 схемы находится...**



Ответ: \_\_\_\_\_

**68. При конструировании конвекторов большой вместимости свыше (200 т) необходимо учитывать, что они имеют:**

Ответ: двухсторонний привод

**69. При проектировании каких печей необходимо учитывать, что в качестве топлива применяют преимущественно мазут?**

Ответ: мартеновских

**70. Какой материал необходимо предусматривать при проектировании электродов в электродуговых сталеплавильных печах?**

Ответ: графит, уголь

**71. Почему ограничено применение гидроприводов для механизмов электропечей?**

Применение гидроприводов для механизмов электропечей ограничено ввиду трудности изготовления гидроцилиндров большой длины.

**72. Перечислите основные виды аварий на доменной печи и вспомогательных участках.**

Аварии на доменной печи и вспомогательных участках по характеру могут быть весьма разнообразны. К тяжелым авариям относятся: самопроизвольный уход чугуна и шлака или прорыв чугуна и шлака через стенку горна; взрывы в газовых трактах и воздухонагревателях, на колошнике и межконусном пространстве; прогар холодильников, брони печи и шлаковых приборов; взрывы на грануляционных бассейнах, обрывы большого конуса; заливка железнодорожных путей и ковшей чугуном и шлаком; выброс со взрывом шлака из ковшей и др.

**73. Какой режим работы печи Ванюкова является наиболее опасным?**

Наиболее опасным режимом работы для ПВ является длительный многосуточный останов, который может произойти, например, при аварии на кислородной станции. В этом случае есть вероятность полного замораживания ванны и последующего многозатратного запуска агрегата. Во избежание подобных негативных последствий необходимо, чтобы температура ванны поддерживалась на уровне температуры плавления ( $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), а гарнисаж на стенках не нарастал более чем на 150—300 мм

**74. Какие виды электродов графитовые или угольные целесообразно применять при проектировании сталеплавильных электродуговых печей?**

Графитовые электроды более устойчивы при высоких температурах, имеют меньшее электросопротивление, чем угольные, и поэтому их применение в печах более целесообразно.

**75. Для чего при проектировании конвертеры снабжают отдельным опорным кольцом, на которое крепят с зазором цапфы?**

Конвертеры снабжают отдельным опорным кольцом, к которому крепят цапфы и в котором с зазором закреплен кожух. Благодаря зазору возникающие при термическом расширении кожуха деформации не передаются опорному кольцу, и перекося цапф не возникает.

**76. Для чего при разработке такого оборудования как конвертеры, миксеры, печи, ковши, тигли и др. необходимо определять центры тяжести?**

Одним из главных требований, предъявляемым к этим объектам, является возможность их самовозврата из любого положения во время наклона при сливе металла в случае разрыва связей между рабочим органом и приводом, или же высокая устойчивость против самопрокидывания.

**77. Опишите преимущества индукционных печей.**

**Преимуществами** индукционных печей по сравнению с дуговыми является возможность выплавки сталей с очень низким содержанием углерода (т.к. нет науглероживания от электродов), очень малый угар легкоокисляющихся элементов; сталь характеризуется пониженным содержанием азота и высокой чистотой по неметаллическим включениям. Индукционные печи имеют высокую производительность и высокий электрический к.п.д. Расход электроэнергии 600 - 700 кВт\*ч на 1 т. стали.

**78. Опишите недостатки индукционных печей.**

**Недостатками индукционных печей** являются их малая емкость по сравнению с дуговыми печами, высокая стоимость электрооборудования, низкая стойкость основных тиглей (10 - 100 плавов). Шлак, нагреваемый только за счет тепла металлической ванны, имеет низкую температуру и, как следствие, малую химическую активность, что затрудняет удаление вредных примесей. Для плавки можно использовать только чистые шихтовые материалы, почти не требующие рафинировки.

**79. Приведите описание электрической печи прямого нагрева.**

Электроды печи расположены вертикально. Дуга горит между графитовым электродом и поверхностью металла. Область высокой температуры максимально приближена к поверхности металла. Передача тепла осуществляется как излучением от самой дуги, стен и свода печи, так и непосредственно при соприкосновении дуги и расплава. Свод печи защищен от воздействия дуг благодаря экранирующему действию электродов. Печи могут быть большой вместимости и производительности.

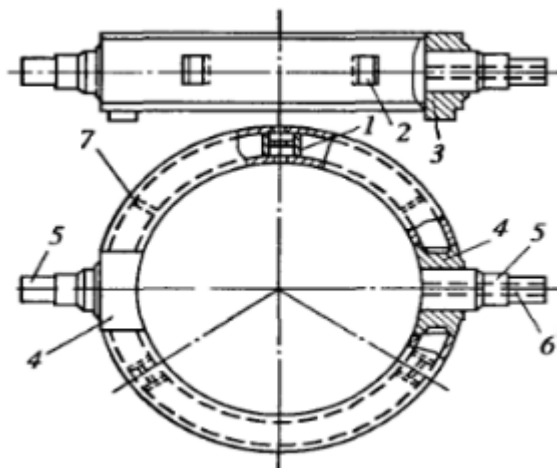
**80. Приведите описание электрической печи косвенного нагрева.**

Нагрев металла происходит за счет излучения от электрической дуги, образующейся между электродами, расположенными горизонтально. Очаг высокой температуры находится на некотором расстоянии от металла, поэтому угар и испарение последнего невелики. Кладка работает в очень тяжелых условиях. Более половины тепла, излучаемого дугой, сначала попадает на футеровку печи и, лишь отразившись от нее, достигает расплавленного металла. Футеровка печи испытывает большие тепловые нагрузки.

**81. Приведите описание электрической печи смешанного нагрева.**

Электрическая дуга горит между вертикально расположенными электродами внутри расплавляемой шихты. Футеровка печи защищена от излучения дуг слоем непрореагировавшей шихты (гарнисаж), поэтому в таких печах можно проводить процессы с высокой рабочей температурой. Печи такого типа не наклоняются. Выпуск металла осуществляется через летку

**82. Что представляет из себя конструкция опорного кольца кислородного конвертера?**



Опорное кольцо (рис. 2.15) представляет собой конструкцию, состоящую из двух полуколец и закрепленных между ними двух цапфовых плит полукольца и плиты скреплены шпильками. Полукольца выполняют сварными полыми прямоугольного (коробчатого) сечения. Для защиты опорного кольца от перегрева и от попадания капель металла и шлака над ним, приваривают к корпусу конвертера защитный кожух. Полукольца изготавливают с помощью сварки из листовой нестареющей стали 09Г2С.

Обычно верхнюю и нижнюю полки полукольца выполняют из листа толщиной 100 мм, а вертикальные стенки 50 - 60 мм. Для усиления конструкции внутри располагают поперечные ребра жесткости. В стенках кольца, а также в ребрах жесткости предусмотрены отверстия для циркуляции воздуха, способствующие охлаждению полуколец<sup>2</sup>.

### Правильные ответы

| № вопроса | Ответ | № вопроса | Ответ | № вопроса | Ответ                                                                                                   | № вопроса | Ответ                                                         |
|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|
| 1         | d     | 21        | c     | 41        | $V=Q \times \Delta V / R$                                                                               | 61        | d                                                             |
| 2         | a, b  | 22        | a     | 42        | d                                                                                                       | 62        | a, b                                                          |
| 3         | c     | 23        | c     | 43        | d                                                                                                       | 63        | a) 1.2 – секторный<br>b) 1.3 – роликовый<br>c) 1.1 – цапфовый |
| 4         | a     | 24        | c     | 44        | b                                                                                                       | 64        | c                                                             |
| 5         | c     | 25        | c     | 45        | два                                                                                                     | 65        | 12, 13                                                        |
| 6         | c     | 26        | c     | 46        | Грушевидную                                                                                             | 66        | гидроцилиндр подъема свода                                    |
| 7         | c     | 27        | d     | 47        | Сферическую                                                                                             | 67        | гидроцилиндр механизма наклона                                |
| 8         | d     | 28        | d     | 48        | 1 – горелки или форсунки, 2 – шпуровые отверстия, 3 – окно для выпуска шлака, 4 – аптейк, 5 – фундамент | 68        | двухсторонний привод                                          |
| 9         | e     | 29        | a     | 49        | b                                                                                                       | 69        | <u>мартеновских</u>                                           |
| 10        | c     | 30        | d     | 50        | Улавливать уносимые газами частички и возвращать их снова в печь                                        | 70        | <u>графит, уголь</u>                                          |
| 11        | c     | 31        | b     | 51        | Печи прямого нагрева                                                                                    | 71        | эссе                                                          |
| 12        | a     | 32        | c     | 52        | Печи косвенного нагрева                                                                                 | 72        | эссе                                                          |
| 13        | d     | 33        | b     | 53        | Печи смешанного нагрева                                                                                 | 73        | эссе                                                          |

<sup>2</sup> Проектирование цехов сталеплавильного производства: учебник / К.Н. Вдовин, В.Ф. Мысик, В.В.Точилкин, Н.А. Чиченев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. Нгос. Тех. Ун-та им. Г.И. Носова, 2016. (505 с.) – С.74-75

|    |   |    |                                                                                                                                                                                                                    |    |                                                                                                                                                                                                                                |    |      |
|----|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| 14 | c | 34 | b                                                                                                                                                                                                                  | 54 | а - С отворачивающимся сводом с опорой механизма отворота свода на люльку<br>б - С выкатным корпусом с передвижением по рельсам<br>в - С открывающимся сводом<br>г - С отворачивающимся сводом с опорой на отдельный фундамент | 74 | эссе |
| 15 | d | 35 | a                                                                                                                                                                                                                  | 55 | гидравлический цилиндр                                                                                                                                                                                                         | 75 | эссе |
| 16 | a | 36 | e                                                                                                                                                                                                                  | 56 | механизм наклона                                                                                                                                                                                                               | 76 | эссе |
| 17 | b | 37 | d                                                                                                                                                                                                                  | 57 | 5 – гидроцилиндры поворота; 6 – гидроцилиндр подъема                                                                                                                                                                           | 77 | эссе |
| 18 | c | 38 | c                                                                                                                                                                                                                  | 58 | гидроцилиндры                                                                                                                                                                                                                  | 78 | эссе |
| 19 | d | 39 | b                                                                                                                                                                                                                  | 59 | a, d                                                                                                                                                                                                                           | 79 | эссе |
| 20 | c | 40 | 1 – корпус<br>2 – опорное кольцо<br>3 – система шарнирных тяг<br>4 – подшипники<br>5 – навесные многодвигательные привода<br>6 – удерживающее устройство для восприятия реактивного момента редуктора<br>7 – экран | 60 | b                                                                                                                                                                                                                              | 80 | эссе |

## 1.2. Задания практических работ

Практическая работа № 1. По теме: «Расчёт пусковых, статических и динамических моментов металлургического оборудования».

Задание: изучить основную теорию

Практическая работа № 2. По теме: «Особенности в расчёте мощности приводов металлургического оборудования».

Задание: изучить основную теорию

Практическая работа № 3. По теме: «Расчёты по приведению маховых моментов и моментов инерции металлургического оборудования».

Задание: изучить основную теорию

Практическая работа № 4. По теме: «Расчёт мощности привода Скипового подъёмника шахтных и доменных печей».

Задание: самостоятельно изучить основную теорию

Практическая работа № 5. По теме: «Расчёт мощности навесного привода наклона вертикального конвертера».

Задание: самостоятельно изучить основную теорию

Практическая работа № 6. По теме: «Расчёт мощности привода механизмов электрододержателя, механизмов перепуска и перемещения электродов электродуговых и рафинировочных печей».

Задание: самостоятельно изучить основную теорию

Практическая работа № 7. По теме: «Расчёт мощности гидравлического привода механизма перемещения электродов руднотермических печей».

Задание: самостоятельно изучить основную теорию

Практическая работа № 8. По теме: «Расчёт мощности привода загрузочного устройства доменных

печей».

Задание: самостоятельно изучить основную теорию

Практическая работа № 9. По теме: «Расчёт мощности привода механизмов наклона и вращения ванны электродуговых и рафинировочных печей».

Задание: самостоятельно изучить основную теорию

### 3.3. Задания для промежуточной аттестации

#### Контрольные вопросы к зачету:

1. Режимы работы двигателя металлургических машин. Формулы для расчёта мощности двигателя при длительном режиме работы.
2. Расчёт мощности двигателя при кратковременном режиме работы.
3. Расчёт мощности двигателя при повторно-кратковременном режиме работы.
4. Определение динамических моментов ( $M_d$ ) маховых моментов ( $GD^2_{дв}$ ) и моментов инерции ( $I_{дв}$ ) двигателя.
5. Определение центра тяжести ёмкостей с металлом графическим методом.
6. Определение центра тяжести ёмкостей с металлом графоаналитическим методом Заводчикова Д.А.
7. Загрузочное устройство доменных печей с вращающейся воронкой.
8. Топливные плавильные агрегаты. Устройство и работа отражательных печей.
9. Шахтные печи, устройство и работа.
10. Загрузочные устройства шахтных печей. Устройство и работа.
11. Устройство и работа скипового подъёмника шахтных печей.
12. Условия устойчивости скипа, скипового подъёмника на наклонном мосту.
13. Условия самовозврата скипа, скипового подъёмника на разгрузочной части моста.
14. Графики скорости и ускорения скипового подъёмника.
15. Расчёт мощности привода скипового подъёмника.
16. Устройство и работа гидравлического механизма перепуска электрода руднотермической печи.
17. Печи плавки в жидкой ванне (ПЖВ). Устройство и конструкции.
18. Схема расположения системы загрузки и вспомогательного оборудования ПЖВ.
19. Миксер штейна печи ПЖВ.
20. Миксер шлака печи ПЖВ.
21. Электротермические агрегаты цветной металлургии.
22. Руднотермические печи стационарные. Устройство, работа.
23. Устройство и работа гидравлического механизма перемещения электрода руднотермической печи.
24. Электродуговые рафинировочные печи. Устройство и работа.
25. Расчёт мощности привода механизма наклона рафинировочных печей.
26. Расчёт мощности привода канатного механизма перемещения электродов. Типы конструкций механизмов.
27. Расчёт и устройство механизма подъёма свода электродуговой печи.
28. Расчёт механизма электродержателя клинового типа руднотермической печи.
29. Расчёт площади гидроцилиндра и производительности насоса. Расчёт усилия для удержания электрода щеками электродержателя.
30. Расчёт механизма отворота свода электродуговой печи и его устройство.
31. Расчёт мощности привода пружинно-пневматического электродержателя электродуговой печи хомутового типа.
32. Расчёт мощности привода механизма поворота корпуса электродуговой печи. Устройство электродуговой печи с вращающейся ванной.
33. Расчёт мощности привода электромеханического механизма наклона электродуговой печи.
34. Горизонтальные конвертеры. Устройство и работа.
35. Устройство и работа напольного пневмофурмовщика.
36. Расчёт мощности привода горизонтального конвертера.
37. Устройство и работа фурмы вертикального конвертера. Расчёты по выбору типового горизонтального конвертера.
38. Вертикальные конвертеры. Устройство и работа.
39. Расчёт мощности привода поворота вертикального конвертера.
40. Разновидности привод поворота вертикального конвертера. Их устройство и работа.
41. Ковши для жидкого металла и шлака. Устройство и работа.

42. Вакуум-ковши для жидких металлов.
43. Расчёт координаты крепления поворотных цапф для ковша. Расчёт напряжения изгиба и смятия цапф.
44. Шлаковозы в производстве тяжёлых цветных металлов, устройство и конструкции.
45. Устройство механизмов кантования шлаковоза винтового и зубчатого типа.
46. Расчёт мощности привода механизма кантования шлаковоза винтового типа.
47. Печи электрошлакового переплава. Устройство и работа.
48. Вакуумно-дуговые печи. Устройство и работа.
49. Электроннолучевые печи. Устройство и работа.
50. Расчёт мощности привода механизма подачи расходуемого электрода печей ВДП, ЭШП.
51. Расчёт усилия зажима электрода и диаметра пневмоцилиндра печей ВДП, ЭЛП, ЭШП.
52. Центробежные насосы. Устройство и работа.
53. Расчёт производительности напора и мощности центробежного насоса.
54. Классификация огнеупорных материалов.
55. Физико-химические рабочие свойства огнеупорных материалов.

Основной перечень курсовых работ:

1. "Модернизация участка технического обслуживания и ремонта предприятия"
2. "Модернизация зоны технического обслуживания и ремонта предприятия"
3. "Модернизация зоны капитального ремонта предприятия"
4. "Модернизация оборудования измельчительно-флотационного цеха"
5. "Модернизация оборудования литейно-кузнечного цеха"
6. "Модернизация оборудования сушильного цеха"
7. "Модернизация оборудования плавильного цеха"
8. "Модернизация оборудования цеха электролиза меди Медного завода"
9. "Модернизация цеха производства элементарной серы "Надеждинского металлургического завода им. Б.И. Колесникова"
10. "Модернизация оборудования Медного завода"
11. "Модернизация оборудования Механического завода ООО «Норильский обеспечивающий комплекс»"