

## Паспорт зачета

по модулю "Электротехнологические процессы и установки (модуль)" по материалам дисциплины «Теория передачи и преобразования электромагнитной энергии в электротехнологии», 3 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов с 1 по 18, второй вопрос из диапазона вопросов с 19 по 36, третий - с 37 по 53 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать аспиранту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФМА

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Теория передачи и преобразования электромагнитной энергии в электротехнологии»

---

1. Каковы особенности распределения напряженности электрического и магнитного полей в металлическом однородном сплошном цилиндре, находящемся в электромагнитном поле?
2. Каким образом обеспечиваются минимально возможные потери активной энергии в электромагнитных экранах и магнитопроводах, применяемых в индукционных тигельных печах?
3. Предложите способы выравнивания температурного поля в нагреваемом теле при индукционной поверхностной закалке деталей конической формы.

Утверждаю: зав. кафедрой АЭТУ \_\_\_\_\_ Алиферов А.И.  
(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если аспирант при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки.

ки, например, вычислительные, оценка составляет *10 12 баллов*.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *13 - 16 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если аспирант при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *17 - 20 баллов*.

### 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

#### 4. Вопросы к зачету по дисциплине «Теория передачи и преобразования электромагнитной энергии в электротехнологии»

1. Дайте определение глубины проникновения электромагнитной волны в металлическое тело? Существует ли отличие между понятиями глубины проникновения и толщины активного слоя?
2. На каких явлениях и эффектах основан индукционный метод нагрева?
3. Почему конструкции первых индукционных плавильных печей не получили широкого распространения?
4. Чему равна величина потока активной энергии электромагнитного поля, проходящего через поверхность полубесконечного проводящего тела?
5. Каковы особенности распределения напряженности электрического, напряженности магнитного полей и плотности тока в металлической плите, находящейся в электромагнитном поле?
6. Существует ли отличие распределения напряженностей электрического и магнитного полей в металлической плите и полом металлическом цилиндре при падении электромагнитной волны на его внутреннюю поверхность?
7. Что такое функции  $F_{\text{опл}}$  и  $G_{\text{опл}}$ ?
8. При расчете каких электрических и геометрических параметров плавильных печей (ИКП или ИТП) используется функция  $F_{\text{опл}}$ ?
9. Каковы особенности распределения напряженности электрического и магнитного полей в металлическом однородном сплошном цилиндре, находящемся в электромагнитном поле?
10. Что такое функции  $F_{\text{оц}}$  и  $G_{\text{оц}}$ ?
11. В чем отличие расчета энергии, выделяемой в полубесконечном проводящем теле и проводящей металлической плите?
12. При расчете каких электрических параметров плавильных печей (ИКП или ИТП) используются функции  $F_{\text{оц}}$ ?
13. Что такое функции  $F_{\text{нцп}}$  и  $F_{\text{вцп}}$ ?
14. Как изменяется электрический КПД системы индуктор -сплошной металлический цилиндр при изменении геометрических размеров, и других параметров?

15. Как изменяется электрический КПД системы индуктор -полый металлический цилиндр, при изменении геометрических размеров, и других параметров?
16. Как изменяется электрический КПД системы индуктор-металлическая плита при изменении толщины, , пластины?
17. Почему индукционные канальные печи выполняются на частоту тока 50 Гц, а тигельные - на частоту 508000 Гц?
18. Почему в индукционных плавильных печах требуется ограничение удельной мощности?
19. В каких индукционных плавильных печах, канальных или тигельных  $\cos\varphi$  выше и почему?
20. В каких индукционных плавильных печах, канальных или тигельных, тепловой КПД выше и почему?
21. Каким образом обеспечиваются минимально возможные потери активной энергии в электромагнитных экранах и магнитопроводах, применяемых в индукционных тигельных печах?
22. У какой индукционной тигельной печи, снабженной электромагнитным экраном, электрический КПД будет выше: а) экран выполнен из меди; б) экран выполнен из алюминия; в) экран выполнен из стали?
23. У какой индукционной тигельной печи, снабженной системой магнитопроводов, электрический КПД выше: а) магнитопроводы выполнены из стальных пластин толщиной  $h_n = 0,5$  мм; б) магнитопроводы выполнены из стальных пластин толщиной  $h_n = 0,35$  мм?
24. В каком случае электрический КПД индукционной тигельной печи промышленной частоты будет выше, когда: а) индуктор выполнен из разнотолщинной профилированной трубки или б) индуктор выполнен из равностенной медной трубки?
25. Почему при нагреве алюминиевых сплавов экономичнее тигельную печь выполнять не с керамическим, а с чугунным тиглем, покрытым футеровочным материалом?
26. Почему выбор толщины  $h_c$  активной стенки трубки индуктора подчиняется условию  $h_c \leq 1,57$ ?
27. Каково условие выбора оптимальной частоты тока индуктора в тигельной печи? Почему такое условие существует?
28. Что такое сопротивление обратного замыкания в схеме замещения индукционной печи по общему магнитному потоку? Если при расчете индукционной тигельной печи не учитывать сопротивление обратного замыкания (т.е. полагая его равным бесконечности), то обеспечит ли спроектированная печь требуемый технологический процесс?
29. Каким образом и почему процесс нагрева садки может влиять на электрические характеристики индуктора?
30. С какой целью в индукционных установках применяются конденсаторные батареи?
31. Почему подовая часть индукционной тигельной печи имеет многослойную футеровку, а боковая стенка тигля не имеет?
32. Почему в индукционных тигельных печах существует двухконтурная циркуляция расплавленного металла?
33. Почему в индукционных установках ток индуктора может во много раз превышать предельный ток питающего трансформатора?
34. Каковы основные отличия исполнения подового камня индукционных канальных печей, применяемых для плавки алюминия и меди? Почему такие отличия существуют?
35. Почему индукционные канальные печи для плавки цинка выполняются с горизонтальными каналами, а для плавки меди с вертикальными?
36. В каких индукционных канальных печах, применяемых для плавки алюминия, выше предельная удельная мощность (или предельная плотность тока в канале): в печах с горизонтальными или вертикальными каналами? Почему такое различие существует?
37. Для чего в индукционных канальных печах необходима однонаправленная циркуляция расплавленного металла в каналах?

38. Каким образом в индукционных канальных печах обеспечивается однонаправленная циркуляция расплавленного металла в канале?
39. Что такое “цинковая пульсация” в режиме работы индукционных плавильных печей?
40. В чем отличие конструктивного исполнения нагревательного узла установок индукционного нагрева, применяемых для сквозного нагрева или поверхностной закалки цилиндрических заготовок?
41. Каким образом эффект паза используется для повышения энергетических и технологических параметров в индукционных установках поверхностной закалки?
42. Каковы различия конструктивного исполнения индукторов для поверхностной закалки, предназначенных для одновременного или непрерывного- последовательного нагрева?
43. Предложите способы выравнивания температурного поля в нагреваемом теле при индукционной поверхностной закалке деталей конической формы.
44. Требуется осуществить сквозной нагрев стальной трубы. Где следует расположить индуктор, снаружи трубы или изнутри, для того, чтобы обеспечить максимально возможный электрический КПД?
45. Почему различаются значения электрического КПД при нагреве полого металлического цилиндра изнутри и снаружи?
46. Каков угол сдвига фаз у токов, протекающих в индукторе и нагреваемом проводящем теле?
47. С какой целью в вакуумных индукционных тигельных печах выполняется донный разлив металла?
48. При расчете установок диэлектрического нагрева используется параметр-тангенс угла потерь  $\operatorname{tg} \varphi$ . Что это такое? Какие потери имеются в виду?
49. В чем отличие схемы замещения рабочего конденсатора установки ВЧ -нагрева от схемы замещения индукционной нагревательной установки по общему магнитному потоку?
50. В чем отличие расчета водоохлаждения индукторов в индукционной тигельной и канальной печах?
51. В чем отличие охлаждения плавильного узла индукционной тигельной и индукционной канальной печей?
52. Какая стадия нагрева ферромагнитной стальной заготовки соответствует модели распространения электромагнитной волны в двухслойном теле?
53. Какова зависимость относительной магнитной проницаемости по толщине нагреваемого ферромагнитного тела?