

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Тема 4. Расчёт характеристик магнитных материалов

Задание 4-01. Опишите электротехнические нелегированные стали. Постройте начальную кривую намагничивания электротехнической нелегированной стали (ГОСТ 11036-75) марки 10864 в постоянном поле, в диапазоне напряжённостей магнитного поля от 0,5 кА/м до 30 кА/м.

Задание 4-02. Опишите электротехнические горячекатаные стали. Постройте зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля для электротехнической стали (ГОСТ 21427.3-75) марки 1571 для листа толщиной 0,35 мм.

Задание 4-03. Опишите электротехнические холоднокатаные стали. Определите потери в единице объёма магнитопровода из листов холоднокатаной стали (порядковый номер типа – 2, ГОСТ 21427.2-83) с содержанием кремния до 0,4 %, толщиной листа 0,65 мм, при напряженности поля 1000 А/м, частоте 50 Гц, учитывая коэффициент заполнения, равный 0,93.

Задание 4-04. Опишите электротехнические горячекатаные стали. Постройте кривую зависимости потерь в единице объёма горячекатаной стали (ГОСТ 21427.3-75) марки 1211 при толщине листа 0,5 мм от напряженности магнитного поля в диапазоне 2500...30000 А/м при частоте 50 Гц.

Задание 4-05. Опишите электротехнические горячекатаные стали. В магнитопроводе объёмом 0,51 м³, выполненном из листов 0,35 мм горячекатаной стали марки 1411 (ГОСТ 21427.3-75) с коэффициентом заполнения 0,98, общие потери в стали составляют 13 кВт. Определите напряженность магнитного поля.

Задание 4-06. Опишите электротехнические горячекатаные стали. В сталях для переменных полей третья цифра марки, равная 0 или 1, означает, что удельные потери нормируют при частоте 50 Гц. Полагая, что основную массу составляют потери на вихревые токи, найти для стали марки 1511 значения удельных потерь для частоты 400 Гц при напряженности магнитного поля 2500 А/м и толщине листа 0,35 мм и сравнить их с потерями для стали 1521.

Задание 4-07. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в переменных полях. Полагая, что все потери определяются вихревыми токами, определите потери в единице объема стали 3441 с толщиной листа 0,03 мм при напряженности магнитного поля 2500 А/м и частоте 3000 Гц. Определите при заданной напряженности магнитного поля магнитную проницаемость этой стали.

Задание 4-08. Опишите магнитомягкие сплавы с прямоугольной петлей гистерезиса. Определите, во сколько раз магнитная индукция в сердечнике из лент толщиной 0,02 мм сплава 65 НП (ГОСТ 10160-75) при напряженности магнитного поля 5 А/м будет меньше индукции насыщения.

Задание 4-09. Опишите магнитомягкие сплавы с повышенным электрическим сопротивлением. Определите, во сколько раз напряженность магнитного поля при индукции, близкой к индукции насыщения, больше коэрцитивной силы для ленты толщиной 0,50 мм из сплава 50 НХС класса II полагая, что магнитная проницаемость достигла значений начальной.

Задание 4-10. Опишите магнитомягкие сплавы с низкой остаточной индукцией. У сплава марки 47 НК сняли кривую намагничивания при температуре 20 °С в интервале напряженностей магнитного поля 100...1000 А/м. Затем, не ослабляя напряженности, охладили образец до – 60 °С и сняли обратный ход кривой. Воспроизведите на графике результаты опыта.

Задание 4-11. Опишите марганцево-цинковые ферриты. Постройте кривую намагничивания ферритового стержня марки 3000НМ при частоте 0,1 МГц в диапазоне напряженности поля 0...32 А/м.

Задание 4-12. Опишите никель-цинковые ферриты. Считая температурный коэффициент магнитной проницаемости неизменным в диапазоне напряженностей магнитного поля 0...10 А/м, постройте зависимость магнитной индукции в феррите 2000НН от температуры при напряженности поля 8 А/м и в диапазоне температур 0...70 °С. Что произойдет при нагревании образца до 100 °С?

Задание 4-13. Опишите ферриты для телевизионной техники. У сердечника из феррита группы IV типа 2500НМС1 при температуре 20 °С сняли зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля в диапазоне 0...320 А/м, после чего феррит нагрели до 100 °С и сняли обратный ход кривой. Постройте полученные зависимости.

Задание 4-14. Опишите ферриты для телевизионной техники. Определите значения магнитных потерь в каждом из двух образцов феррита IV группы типа 2500НМС1, если первый образец имеет диаметр 0,8 см, длину 10 см и находится в поле напряженностью 30 А/м, а второй, соответственно: 0,5 см, 8 см и 40 А/м. Температура комнатная, частота 16 кГц.

Задание 4-15. Опишите ферриты для импульсных трансформаторов. Определите диапазон оптимальных значений магнитной индукции (при оптимальном импульсном магнитном поле) в ферритовом сердечнике из феррита группы V марки 300ННИ при частоте 0,5...5 кГц.

Задание 4-16. Опишите ферриты для датчиков температуры. При нагреве масла в трансформаторе выше 70 °С необходимо включать охлаждающие вентиляторы. Если использовать в качестве датчика катушку с ферритовым сердечником, то какую марку феррита и почему следует выбрать?

Задание 4-17. Опишите магнитодиэлектрики и, в частности, с наполнителем из пермаллоя. Постройте петлю гистерезиса для магнитодиэлектрика из пермаллоя марки П-250.

Задание 4-18. Опишите магнитотвердые материалы. Определите значение магнитной проницаемости магнитотвердого сплава “железо-хром-кобальт” марки 28Х10К в точке кривой размагничивания, где произведение индукции в материале на напряженность магнитного поля максимально.

Задание 4-19. Опишите термомагнитные материалы. Постройте зависимость магнитной индукции от температуры для термомагнитного материала 33НХЗ при напряженности магнитного поля 112 кА/м.

Задание 4-20. Опишите ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса. Постройте предельные петли гистерезиса для феррита типа ППГ марки 100П.

Задание 4-21. Опишите аморфные магнитные материалы. Сердечник из аморфного магнитного сплава марки 10НСР имеет площадь поперечного сечения 1 см^2 , длину 10 см и работает при индукции 0,1 Тл. Постройте зависимость магнитных потерь в этом сердечнике от частоты.

Задание 4-22. Опишите аморфные магнитные материалы. Масса сердечника из аморфного магнитного сплава 10НСР – 100 г. Определите зависимость магнитных потерь в нем от напряженности магнитного поля в диапазоне 0...120 А/м при частоте 10 кГц.

Задание 4-23. Опишите ферриты для импульсных трансформаторов. Импульсный трансформатор на сердечнике из феррита 1000НННН объёмом 12 см^3 работает при температуре 20°C . Постройте зависимость магнитных потерь в сердечнике от напряженности магнитного поля при импульсах длительностью 3 мкс с частотой следования 5 кГц.

Задание 4-24. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в постоянных полях. Определите по имеющимся данным значения магнитной проницаемости сортовой электротехнической стали марки 10864 (ГОСТ 11036-75) в диапазоне напряженностей магнитного поля 500...30000 А/м и постройте эту зависимость.

Задание 4-25. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в постоянных полях. Определите магнитную проницаемость электротехнической стали по ГОСТ 21427.3-75 марки 1561 для толщин 0,20 мм и 0,35 мм при нормируемой магнитной индукции.

Задание 4-26. Выберите среди магнитомягких сплавов и опишите физические, механические электрические и магнитные свойства такой марки, у которой в слабом магнитном поле магнитная проницаемость наивысшая. Вычислите для этого сплава необходимую напряженность магнитного поля, при которой происходит насыщение магнитопровода.

Задание 4-27. Среди магнитомягких сплавов выберите и опишите физические, механические, электрические и магнитные свойства такой марки, у которой удельное электрическое сопротивление наибольшее. Вычислите для этой марки индукцию в магнитопроводе при напряженности магнитного поля 800 А/м и сравните ее с индукцией насыщения.

Задание 4-28. Выберите среди магнитомягких сплавов с высокой магнитной проницаемостью и повышенной индукцией насыщения марку с максимальной индукцией насыщения. Опишите физические, механические, электрические и магнитные свойства этой марки и определите, при какой напряженности магнитного поля произойдет полное намагничивание сплава и дальнейшее увеличение индукции при увеличении напряжённости магнитного поля будет определяться только парамагнитными процессами.

Задание 4-29. Среди магнитомягких сплавов с высокой коррозионной стойкостью выберите сплав с наиболее узкой петлёй гистерезиса, опишите его физические, механические, электрические и магнитные свойства и постройте для этого сплава зависимость магнитной проницаемости от напряжённости магнитного поля в диапазоне от 100А/м до 10000 А/м.

Задание 4-30. Среди магнитомягких ферритов I группы выберите феррит с максимальной начальной магнитной проницаемостью. Опишите его состав, свойства и постройте для него петлю гистерезиса.

Задание 4-31. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в постоянных полях. Постройте начальную кривую намагничивания и зависимость магнитной проницаемости от напряжённости магнитного поля (от 500 А/м до 30000 А/м) для электротехнической нелегированной стали (ГОСТ 3836-83) марки 21864 в постоянном магнитном поле.

Задание 4-32. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в постоянных полях. Постройте графики зависимости магнитной проницаемости стали от напряженности магнитного поля для горячекатаной легированной стали (ГОСТ 21427.3-75) марки 1561 толщиной 0,35 и 0,20 мм.

Задание 4-33. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в переменных полях. Определите потери в 1 м³ стального магнитопровода, имеющего коэффициент заполнения сталью 0,95. Магнитопровод выполнен из холоднокатаной анизотропной стали с содержанием кремния 2,8...3,8 % при напряженности магнитного поля 100 А/м и частоте 50 Гц. Порядковый номер типа стали – 8, толщина листа – 0,27 мм.

Задание 4-34. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в переменных полях. Постройте кривую зависимости потерь в единице объёма холоднокатаной изотропной стали (ГОСТ 21427.2-83) марки 2012 с толщиной листа 0,65 мм от напряженности магнитного поля в диапазоне 1000-30000 А/м при частоте 50 Гц.

Задание 4-35. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в переменных полях. В магнитопроводе объёмом 0,21 м³, выполненном из листов холоднокатаной изотропной стали марки 2212 (ГОСТ 21427.2-83) толщиной 0,5 мм с коэффициентом заполнения 0,95, общие потери составляют 8,85 кВт. Определите напряженность магнитного поля.

Задание 4-36. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в переменных полях. В сталях, используемых в переменных полях, третья цифра марки, равная 2, означает, что удельные потери нормируют для частоты 400 Гц. Полагая, что основную массу потерь составляют потери на вихревые токи, найдите для стали марки 1521 с толщиной листа 0,35 мм потери при частоте 50 Гц и напряженности магнитного поля 2500 А/м и сравните их с потерями для стали марки 1511. Определите абсолютные значения потерь в магнитопроводе объёмом 0,42 м³ с коэффициентом заполнения 0,95.

Задание 4-37. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в переменных полях. Полагая, что все потери определяются вихревыми токами, рассчитайте мощность потерь в магнитопроводе с объёмом стали 1 дм³, в котором используется сталь 3441 с толщиной листа 0,01 мм при напряженности магнитного поля 2500 А/м и частоте 3000 Гц. Определите при этом значение магнитной проницаемости стали.

Задание 4-38. Опишите магнитомягкие сплавы с наивысшей магнитной проницаемостью в слабых магнитных полях. Сердечник выполнен из листов сплава 80 НХС и индукция в нем составляет 0,14 от индукции насыщения. Обоснуйте выбор значения магнитной проницаемости и определите напряженность магнитного поля.

Задание 4-39. Опишите магнитомягкие сплавы с высокой магнитной проницаемостью и повышенной индукцией насыщения. Полагая, что при индукции, близкой к индукции насыщения, относительная магнитная проницаемость равна начальной, определите для прутка из сплава 50Н, во сколько раз напряженность магнитного поля при насыщении будет больше коэрцитивной силы.

Задание 4-40. Опишите магнитомягкие сплавы с низкой остаточной индукцией. У сплава марки 64Н сняли кривую намагничивания при комнатной температуре в диапазоне напряженностей магнитного поля от 50 А/м до 500 А/м. Затем, не ослабляя напряженности, нагрели образец до 120 °С и сняли при этой температуре обратный ход кривой. Постройте на графике результаты опыта.

Задание 4-41. Опишите никель-цинковые ферриты. Постройте основную кривую намагничивания ферритового образца марки 2000НН при частоте 0,1 МГц в диапазоне напряженностей магнитного поля от 0 до 32 А/м.

Задание 4-42. Опишите марганцово-цинковые ферриты. Полагая температурный коэффициент магнитной проницаемости феррита 3000НМ не зависящим от напряженности магнитного поля, постройте зависимость магнитной индукции от температуры при напряженности 16 А/м в диапазоне температур 0...140 °С. Объясните ход этой зависимости.

Задание 4-43. Опишите ферриты для телевизионной техники. Образец из феррита IV группы марки 3000НМС нагрели до 120 °С и при этой температуре сняли зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля в диапазоне 0...240 А/м, после чего, не снижая напряженности, образец охладили до комнатной температуры и сняли обратный ход кривой. Постройте на графике полученные зависимости.

Задание 4-44. Опишите ферриты для телевизионной техники. Определите, во сколько раз отличаются магнитные потери двух образцов феррита группы IV типа 3000НМС, если один из них имеет диаметр 0,5 см и длину 5 см и находится в поле напряженностью 20 А/м, а другой соответственно 1 см, 10 см и 40 А/м? Температура 120 °С, частота 16 кГц.

Задание 4-45. Опишите ферриты для импульсных трансформаторов. Определите диапазон возможных значений магнитной индукции в ферритовом сердечнике из феррита V группы марки 1100НМИ, работающем при оптимальной напряженности импульсного магнитного поля.

Задание 4-46. Опишите ферриты для датчиков температуры. Электрический шкаф для просушки образцов должен включаться при температуре $85...95\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выключаться при нагреве свыше $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для управления этим режимом используются две катушки с ферритовыми сердечниками. Какие марки ферритов использованы в этих катушках?

Задание 4-47. Опишите магнитодиэлектрики из пермаллоя. Какое основное свойство отличает магнитопровод, выполненный из магнитодиэлектрика, от магнитопровода из металлического пермаллоя? Постройте петлю гистерезиса для изделия из прессованного порошкообразного пермаллоя марки ПК-60.

Задание 4-48. Опишите магнитотвердые материалы из сплавов системы ЮНДК. Определите значение магнитной проницаемости магнитотвердого сплава ЮНДК18 по кривой размагничивания в точке с максимальным значением удельной магнитной энергии в зазоре постоянного магнита из этого сплава.

Задание 4-49. Опишите термомагнитные материалы. Постройте зависимость магнитной индукции от температуры в термомагнитном материале 28НХ4С при напряженности магнитного поля 112 кА/м .

Задание 4-50. Опишите ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса. Постройте предельные петли гистерезиса для феррита типа ППГ марки 5ВТ.

Задание 4-51. Опишите аморфные магнитные материалы. Сердечник из аморфного магнитного сплава марки 10НСР имеет площадь поперечного сечения 60 мм^2 и общую длину 500 мм . Постройте зависимость мощности магнитных потерь в этом сердечнике от магнитной индукции при частоте 10 кГц .

Задание 4-52. Опишите аморфные магнитные материалы. На изделие из аморфного магнитного сплава марки 10НСР массой 150 г воздействует магнитное поле напряженностью 80 А/м . Построить зависимость потерь в нем от частоты в диапазоне $1...10\text{ кГц}$.

Задание 4-53. Опишите ферриты для импульсных трансформаторов. Сердечник импульсного трансформатора изготовлен из феррита марки 1100НМИ и имеет объём 16 см^3 . Постройте зависимость мощности магнитных потерь в нем от напряженности импульсного магнитного поля при длине импульса 3 мкс, частоте следования 5 кГц и температуре 40°C .

Задание 4-54. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в постоянных полях. Постройте кривую намагничивания и кривую магнитной проницаемости сортовой электротехнической стали (ГОСТ 11036-75) марки 21864 для диапазона напряженностей магнитного поля от 500 до 30000 А/м.

Задание 4-55. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в постоянных полях. Сравните значения магнитной проницаемости электротехнической стали по ГОСТ 21427.3-75 марки 1562, измеренной при нормируемой магнитной индукции, при толщинах стали 0,20 мм 0,35 мм.

Задание 4-56. Опишите магнитодиэлектрики из ферритовых порошков. Выберите самый легкий из бариевых порошкообразных ферритов, опишите его свойства. Определите значение произведения магнитной индукции на напряжённость магнитного поля в точке кривой размагничивания, соответствующей максимальной удельной магнитной энергии в зазоре постоянного магнита из этого материала.

Задание 4-57. Среди магнитотвердых сплавов найдите и опишите сплавы системы железо-никель-алюминий-кобальт (ЮНДК). Выберите среди них сплав с максимальной удельной магнитной энергией и определите значение магнитной проницаемости при комнатной температуре и напряженности магнитного поля - 40 кА/м.

Задание 4-58. Опишите магнитотвердые ферриты. Выберите среди магнитотвердых ферритов по ГОСТ 24063-80 марку с минимальным значением коэрцитивной силы и вычислите для этой марки значение магнитной проницаемости при напряженности магнитного поля - 60 кА/м.

Задание 4-59. Описать термомагнитные материалы, называемые термаллоями. Составьте для них таблицу значений магнитной проницаемости при разных температурах и напряженности магнитного поля 8 кА/м. Постройте кривую зависимости магнитной проницаемости от температуры для термаллоя марки Н33Ю1.

Задание 4-60. Опишите ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса. Выберите среди них марку с максимальной электропроводностью и постройте для нее возможные петли гистерезиса.