Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника (РЛ)»

Кафедра «Технология приборостроения (РЛ6)»

Занятие №6

по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств»

Выполнил ст. группы РЛ6-71

Филимонов С.В.

Преподаватель Руденко Н.Р.

Москва, 2023

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Стабилизированное  напряжение | | Выпрямленное  напряжение | | |
| Вариант | Ток, мА | Напряжение,  В | Ток, мА | Напряжение, В | Допустимые  пульсации |
| 10 | 1000 | 20 | 50 | 100 | 10-3 |

**Исходные данные:**

**U1 = 220 В;**

**U2 =37 В; І2 = 1 А;**

**U3 =18 В; І3 = 1.5 А.**

Определим выходную мощность трансформатора

*Р2 = 37 \* 1 + 18 \* 1,5 = 64 Вт*

Принимаем КПД трансформатора на базе статистических

данных

*ήтр = 0,8*

Тогда входная мощность трансформатора

*Р1 = Р2 / 0,8 = 64/0,8 = 80 Вт*

Входной ток трансформатора

*І1 = Р1 / U1= 80 / 220 = 0,36 А*

*Типовая мощность трансформатора РТИП* (В-А) равна полусумме полных мощностей первичной и всех вторичных обмоток трансформатора.

*РТИП = ( 80 Вт +64 Вт) : 2 = 72 Вт*

**1.**По заданной величине типовой мощности *РТИП* из табл. 1 находим ориентировочные значения магнитной индукции *В*, плот­ности тока *δ*, коэффициента заполнения обмотки медью *км*, ко­эффициента заполнения сечения магнитопровода сталью *кст* и к. п. д. *ήтр.*

В=1,35 тл;

δ = 3 А\мм2 ;

 =0,34;

= 0,94;

ήтр = 0,8

**2.** Определяют величину произведения сечения сердечника на сечение окна магнитопровода по формуле

**3.** По величине *SстSок* и пользуясь данными приложения ПЗ, выбирают магнитопровод и выписывают его следующие данные: активное сечение стали (*Sст*), вес сердечника (*GCT*), ширину сред­него стержня (*а*), ширину *(с)* и высоту *(h)* окна.

Из приложения 3 выбираем пластичный магнитопровод. Для правильности дальнейших расчётов пришлось увеличить величину

Для В = 1,35 тл по таблице 2: , ,

**4.**По величине магнитной индукции *В* и данным табл. 2 определяют удельные потери в стали *р*сти по формуле

полные потери в стали.

**5.** Находят активную составляющую тока холостого хода по формуле

**6.** По величине магнитной индукции *В* и данным табл. 2 опре­деляют удельную намагничивающую мощность *qст* и по формуле

— полную намагничивающую мощность сердечника.

**7.** Находят реактивную составляющую тока холостого хода по формуле

**8.** Находят ток холостого хода по формуле

**9.**Из уравнения равновесия трансформатора определяют ток первичной обмотки:

Находят относительное значение тока холостого хода по формуле

Если величина при *f* = 50 *Гц* лежит в пределах 25—50, а при f — 400 *Гц* — в пределах 5—15, то выбор магнитопровода на этой стадии расчета можно считать оконченным.

Если превышает указанные выше верхние пределы, то следует умень­шить индукцию в сердечнике;

при **,** меньшем нижних преде­лов, индукцию следует увеличить.

**10.**Определяют числа витков обмоток по формулам:

Где — относительные падения напряжения в обмотках, определяемые по табл.3.

Определяют числа витков обмоток, предварительно принимая по таблице 3 и :

**11.** Находят сечение прово­дов обмоток по формуле

Где - плотность тока в обмотках, определяемая по табл. 1 в зависимости от величины **.**

**12.** Выбирают стандартные сечения и диаметры проводов по данным приложения 4, после чего уточняют фактичес­кие плотности тока;

одновременно, следует выписать из приложения диа­метры изолированных прово­дов dи, и вес 1 *м* изолированного провода.

Из приложения 4 для провода ПЭВ – 1 находят:

Находят фактические плотности тока в проводах:

**13.** Находят допустимую осевую длину обмотки по формуле

где *h* — высота окна магнитопровода (рис.1).

**14.** Определяют число витков в одном слое и число слоев ка­ждой обмотки по формулам

где — коэффициент укладки, примерно равный 1,07—1,15 (в зависимости от диаметра провода), а .

**15.** Выбирают междуслоевую и междуобмоточную изоляцию.

В качестве междуслоевой изоляций рекомендуется выбирать:

- при проводах диаметром ***менее*** ***0,1 мм***— конденсаторную бумагу толщиной 0,01 *мм*,

- при проводах диаметром ***до*** ***0,5 мм***— телефонную бумагу толщиной 0,05 *мм*

- при проводах диаметром ***более 0,5 мм***— кабельную бумагу толщиной 0,12 *мм.*

В качестве междуобмоточной изоляции при напряжениях до 1000*В* можно использовать различные марки изоляционной бумаги, намотанной в несколько слоев, общую толщину этой изо­ляции можно принимать равной 0,2—0,3 *мм.*

**16.** Находят радиальный размер каждой обмотки по формуле

где - толщина междуслоевой изоляции;

*N* — число слоев ка­ждой обмотки.

Определяем размеры каждой обмотки.

В качестве междуслоевой изоляции для всех трех обмоток выбирают кабельную бумагу толщиной 0,12 мм.

**17.** Находят радиальный размер катушки, т. е. ее толщину из выражения

где = 0,5 *мм* — зазор между внутренней частью каркаса (гильзы) и сердечником;

=0,5÷ 2 *мм —* толщина каркаса (гильзы);

— радиальные размеры каждой обмотки, най­денные в предыдущем пункте;

**≈** 0,2 ÷0,3 *мм* — толщины междуобмоточной изоляции;

**≈** 0,2 ÷ 0,3 *мм* — толщина верх­него слоя изоляции катушки.

В качестве междуобмоточной изоляции и изоляции поверх катушки выбирают кабельную бумагу толщиной 0,12 мм (2 слоя). Толщину гильз принимают равной 0,5 (лучше 1,5 мм).

мм

1. Проверяют зазор между катушкой и сердечником *с -* , где

*с* — ширина окна;

α — радиальный размер катушки, найден­ный в предыдущем пункте.

Находят зазор между катушкой и сердечником:

что допустимо.

Катушка нормально размещается в окне сердечника, если *с* - a ≥ 2 ÷ 4 *мм в* зависимости от мощности трансформатора.

Если полученный зазор меньше чем 2 *мм,* то следует либо увеличить индукцию, либо, подобрать провода меньших диаметров.

1. Определяют среднюю длину витков каждой обмотки из выражения

Находят средние длины витков каждой обмотки:



1. Определяют вес меди каждой обмотки по формуле

где

*w —* общее число витков обмотки***;***

— средняя длина витка, *м*

— вес 1 *м* провода, г (найденный из приложения 4).

1. Находят потери в меди каждой обмотки по формуле

Множитель ρ = 2,26 при температуре 20° С и ρ = 2,7 при температуре 105° С.

Определяют потери меди в каждой обмотке:

**22.** Находят суммарные потери в меди катушки по формуле

1. Определяют поверхность охлаждения катушки по формуле
2. Определяют удельную поверхностную нагрузку катушки по формуле

**25.** По кривым рис. 3 (в зависимости от частоты тока сети) определяют среднюю температуру перегрева катушки Δτ.

Прибавив к ней заданную температуру окружающей среды, при которой будет работать трансформатор, получим рабочую темпе­ратуру проводов обмотки.

Эта температура не должна превосхо­дить +100° С для проводов марки ПЭЛ и +105° С для проводов марки ПЭВ.

При температура обмотки равна

, что допустимо.

**26.** Определяют сопротивление каждой обмотки по формуле

Определяют сопротивление каждой обмотки:

**27.** Определяют фактические падения напряжения в каждой обмотке трансформатора по формуле

где I, U, r *—* ток, напряжение и сопротивление каждой обмотки.

Определяют фактические падения напряжения в каждой обмотке:

Полученные значения близки к предварительно принятым.

При значительном расхождении величин с ранее принятыми следует откорректировать число витков обмоток.