Министерство образования и науки Украины

Харьковский национальный университет радиоэлектроник

Кафедра ПЭЭА

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по предмету: Элементная база ЭА

на тему: Броневой трансформатор

2009

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра ПЭЭА

Специальность ВЕЗ

### ЗАДАНИЕ

**на курсовой проект студента**

Горобцова Андрея Владимировича

1.Тема проекта: Трансформатор

2. Срок сдачи проекта: 2.12.2009

3. Исходные данные по курсовому:

U=220В-напряжение цепи питания;



f=50Гц-частота сети питания;

U=5В-напяжение первой вторичной обмотки;



I=1А-ток первой вторичной обмотки;



U=8В-напряжение второй вторичной обмотки;



I=0.5 А-ток второй вторичной обмотки;



U=13В-напряжение третьей вторичной обмотки;



I=0.1-третьей вторичной обмотки.



Годовой выпуск n=250000шт./год.

Руководитель: Коняева О. Л.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1. Анализ ТЗ

2. Выбор направления проектирования

3. Электрический и конструктивный расчет

3.1 Расчет броневого трансформатора

4. Эскизная проработка элемента и обоснование принятых решений

5. Уточнение и описание конструкции

Паспорт

Выводы

Перечень ссылок

ВВЕДЕНИЕ

За, последние годы широкое применение получила радиоэлектронная техника, характер и функции которой требуют применения десятков и сотен тысяч различных комплектующих изделий. Среди которых трансформаторы составляют весомую и неотъемлемую часть.

Они выполняют ответственную функцию – преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока –и занимают важное место среди элементов радиоэлектронной аппаратуры.

U=220В-напряжение цепи питания ;



f=50Гц-частота сети питания ;

U=5В-напяжение первой вторичной обмотки ;



I= 1А-ток первой вторичной обмотки ;



U=8В-напряжение второй вторичной обмотки ;



I=0.5 А-ток второй вторичной обмотки ;



U=13В-напряжение третьей вторичной обмотки ;



I=0.1-третьей вторичной обмотки .



Годовой выпуск n=250000шт./год.

К примеру, идеальный трансформатор осуществляет трансформацию напряжений или токов, что позволяет получить требуемое напряжение, согласовать напряжение и ток первичной цепи с сопротивлением нагрузки вторичной цепи или дать вторичное напряжение, требующееся для создания вторичного источника питания РЭА.

Благодаря этим достоинствам трансформаторы успешно используются в таких радиоэлектронных устройствах, к которым предъявляются повышенные требования точности и стабильности электрических и эксплуатационных параметров.

Трансформаторы используются в электронной аппаратуре, различных системах автоматического управления и регулирования, в электрооборудовании транспорта и измерительной технике. При помощи трансформаторов можно не только преобразовать электрическую величину, но и реализовать требуемую функциональную зависимость между этими величинами.

В этом курсовом проекте решается задача конструирования маломощного броневого трансформатора, предназначенного для работы в вычислительной техники. Вся трудность заключается в том, что трансформаторы имеют большие габариты, массу что значительно ограничивает их применение. То есть данный курсовой проект является вкладом в процесс развития маломощных трансформаторов.

1. АНАЛИЗ ТЗ

Согласно технического задания необходимо спроектировать трансформатор с такими характеристиками

U=220В-напряжение цепи питания ;



f=50Гц-частота сети питания ;

U=5В-напяжение первой вторичной обмотки ;



I=1А-ток первой вторичной обмотки ;



U=8В-напряжение второй вторичной обмотки ;



I=0.5 А-ток второй вторичной обмотки ;



U=13В-напряжение третьей вторичной обмотки ;



I=0.1-третьей вторичной обмотки



Годовой выпуск n= 250000шт./год.

По условиям ТЗ проектируемый трансформатор предназначен для вычислительной техники. По ГОСТ 15150-69 он относится к первой группе исполнения УХЛ, категория размещения КР-4.2 (аппаратура, предназначенная для эксплуатации в помещениях с искусственным климатом). Общие нормы климатических воздействий на РЭА для исполнения УХЛ приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Общие нормы климатических воздействий на РЭА

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исполнение | Категория  размещения | Воздействия температуры, °С | | | | | Воздействия относительной влажности, % |
| Рабочие | | | Предельные | | Рабочие |
| Верхн. | Нижн. | Ср. | Верхн. | Нижн. | Верхнее |
| УХЛ | 4.2 | +35 | +10 | +20 | +40 | +1 | 98% при 25°С |

В соответствии с ГОСТ 25467-82 РЭА должна выдерживать нормативные воздействия, приведенные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Вычислительная РЭА. Нормы климатических и механических воздействий для 1-й группы

|  |  |
| --- | --- |
| Вид воздействия, характеристики | Нормы воздействий |
| Прочность при транспортировании:  ускорение,g  длительность ударного импульса, мс  число ударов, не менее | 15  11  1000 |
| Теплоустойчивость:  рабочая температура, °С  предельная температура, °С | 40  55 |
| Пониженное атмосферное давление, кПа | 70 |
| Холодоустойчивость:  предельная температура, °С | -40 |
| Влагоустойчивость:  влажность, %  температура, °С | 93  25 |

Будущий трансформатор должен быть согласно заданию по климатическому исполнению эксплуатирован в климатических районах с умеренным климатом в лабораторных, капитальных жилых и других подобных помещениях.

В конструкции трансформатора имеется сердечник из материала с высокой магнитной проницаемостью и малым уровнем потерь и возможно большей индукцией насыщения Обычно для трансформаторов питания применяются разрезные сердечники, полученные из набора отдельных пластин. Разрезные сердечники требуют введения дополнительных элементов конструкции, обеспечивающих их сжатие и механическое соединение для уменьшения воздушного зазора. Сердечник обычно изготавливают из стальной ленты и пластин, а также из пермалоя и феррита. Для исключения контакта между слоями ленты и пластин, приводящего к увеличению потерь в сердечнике, который имеет конечную толщину. Поэтому высокой магнитной проницаемостью обладает только часть сечение сердечника, чем более тонкие ленты используется в сердечнике.

Изготовить трансформатор, одновременно удовлетворяющий требованию минимальной массы, стоимости, перегрева, и падения напряжения, невозможно. Например, если предъявляется требование минимальной стоимости, то в связи с тем, что стоимость проводов (меди) значительно выше сердечника (стали), выгоднее увеличить размеры и массу сердечника и уменьшать окно.

Если же важно, чтобы трансформатор имел минимальную массу, то следует уменьшить сечение сердечника и увеличивать окно, а необходимый режим работы сердечника обеспечивать, увеличивать число витков.

Лучшие магнитные свойства имеют ленточные сердечники, у которых направление магнитных силовых линий совпадает с направлением проката. Кроме того, в них можно использовать очень тонкие ленты толщиной до 0,01 мм. Ленточные разрезные сердечники в настоящее время нормализованы.

Основными требованиями к магнитному материалу, применяемому в трансформаторах питания , являются высокая индукция насыщения и малые потери . Для маломощных трансформаторов, питающихся напряжением частотой 50-400 Гц, основным требованием является высокая индукция насыщения. При увеличении размеров трансформаторов объём сердечника увеличивается быстрее, чем поверхность охлаждения .

При использовании ленточных проводников увеличивается коэффициент заполнения , не возникает пустот между обмотками, значительно улучшается теплоотвод, увеличивается долговечность трансформатора и способность выдерживать перегрузки .

# 2. выбор направления проектирования

Конструкция заданного маломощного трансформатора в большей мере зависит от заданных характеристик. Следовательно, после анализа технического задания стало известно, что конструируемый трансформатор должен иметь следующие исходные данные: U=220В-напряжение цепи питания;



f=50Гц-частота сети питания;

U=5В-напяжение первой вторичной обмотки;



I=1А-ток первой вторичной обмотки;



U=8В-напряжение второй вторичной обмотки;



I=0.5 А-ток второй вторичной обмотки;



U=13В-напряжение третьей вторичной обмотки;



I=0.1А-ток третьей вторичной обмотки .



Годовой выпуск n= 250000шт./год.

Так как трансформатор имеет большие электромагнитные силовые потоки, а соответственно большие размеры обмоток элемента. Для уменьшения размеров и массы важную роль играет грамотный подбор материалов составных частей трансформатора .

На основании практических данных наиболее приемлемым при данных условиях считается стержневой трансформатор.

Но учитывая условия внешних механических и физических воздействий более целесообразно использовать броневой трансформатор .

Учитывая недостатки в существующих трансформаторах, относительно проектирования выбираем следующие направления:

1. Для стяжки трансформатора используем обойму специальной формы ;
2. Фиксация всей конструкции к основанию происходит болтовыми соединениями ;
3. Токосъем выполним в виде паянного соединения контактов трансформатора с отводящими элементами;
4. Обмотка трансформатора – открытого типа , то есть крышки не имеет, так как условия работы – лаборатории, жилые дома и другие подобные помещения.

**3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ И КОНСТРУКТИВНЫЙ РАСЧЕТ**

**3.1 Расчет броневого трансформатора**

1 Определение суммарной мощности вторичных обмоток (габаритная мощность) трансформатора по формуле (5.1)

P = , (5.1)



Где n-число вторичных обмоток

Подставляем значения на основе исходных данных и определяем суммарную мощность вторичных обмоток :

P=5\*1+8\*0.5+13\*0.1=5+4+1.3=10.3 *ВА*



2 Выбираем конфигурацию магнитопровода .

В соответствии с рабочей частотой выбирается материал и толщина ленты на основании таблицы-3.1Виды магнитопроводов.

В качестве материала для магнитопровода выбираем сталь Э310 с толщиной ленты 0.35*мм*

3Определение ориентировочных величин

Находим индукцию по таблице 5-1

В=1.55*тл*– индукция;

δ=3.5 *а/мм*- плотность тока , на основании таблицы5.2–Таблица плотности тока ;



k=0.13-коеффициент заполнения окна , из таблицы 5.3- Таблица зависимости коэффициента конфигурации магнитопровода



k=0.93– коэффициент заполнения сечения магнитопровода сталью, из таблицы5.4- Коэффициент заполнения окна от сечения магнитопровода сталью.



1. По формуле (5.2) определяем произведение сечения стали магнитопровода на площадь его окна . Однозначно определяет требуемый типоразмер магнитопровода :

SS= , (5.2)



Тогда , подставив значения , получим :

SS=*см4.*



5 Из таблицыП2-2 (1) выбираем магнитопровод: ШЛМ16\*20, у которого SS=7.5см4, S=3.20см2– активная площадь сечения магнитопровода ; G= 0.210кг- вес магнитопровода ;



Габаритные размеры:

h=26,0мм;

a=16,0мм;

c=9,0мм;

C=50,8мм;

H=42,4мм;

B=20,0мм;

6 По формуле (5.6) и кривой , рисунок5.2определяем потери в стали для индукции В=1,55 (Т*л*).

Р= р \* G, (5.6)



Где р- удельные потери ( на 1 кг стали );



G- масса магнитопровода.



Тогда

Р=4\*0.21=0.84 Вт .



7 По формуле1.59 находим активную составляющую тока холостого хода при максимальном напряжении питающей сети В).

(U=220).



I = , (1.59)



Где Р-полные потери в стали ;



I =0.003А



8 Находим полную намагничивающую мощность в стали по формуле(1.62) и кривой рисунок 5.2 .

Q = q \* G, (1.62)



где q -полная удельная намагничивающая мощность , (q = 20В\*А/кг на основании рисунка5.2 ).



Тогда:

Q =20\*0.210=4.2 В\*А



9 По формуле1.61находим реактивную составляющую тока холостого хода (U=220 В).



I =, (1.61)



Где Q- намагничивающая мощность ,мощность которая необходима для создания в магнитопровода трансформатора заданного значения магнитной индукции .



Значит

I = А .



10 Находим абсолютное и относительное значение тока холостого хода.

а) по формуле (1.60):

I= , (1.60)



Тогда

I==0.019 А ;



б) по формуле (5.7):

I = = , (5.7)



где -суммарная мощность вторичных обмоток



=0.6 –из таблицы5.5;



cos =0.9 -из таблицы 5.5.



I = А.



Ток холостого хода выразим в процентах по формуле (5.8).

I %= , (5.8)



тогда

I %= %.что допустимо



11 По формулам (5.8)-(5.11) и таблице 5.6находим число витков обмоток :

=, (5.8)



E=U(1-∆U%\*0.01)Э.Д.С. первичной обмотки; (5.11)



EnUn(1-∆U%\*0.01) Э.Д.С. вторичных обмоток ; (5.12)

E=220(1-13\*0.01)=191.4



E=5(1+25\*0.01)=6.25

E=8(1+25\*0.01)=10

E=13(1+25\*0.01)=16.25

= = 1738 витков ; = =56 витков ;



= =90 витков ;



= = 147 витков .



1. По формуле (2.3) и таблице 5.12 находим ориентировочные значения величины плотности тока и сечения проводов обмотки .

S = , (2.3)



Где -плотность тока (по таблице 5.2 = 1.9-1.3 А/мм ) :



= 3.5 А/мм; =3.8 А/мм ; =3.7 А/мм ; =3.6 А/мм;



S = мм;



S = мм;



S = мм;



S= мм.



13 Выбираем стандартные сечения и диаметры проводов ПЭВ-2 из таблицы П1-1 Номинальные данные обмоточных проводов круглого сечения .

Расчётное сечение , мм:



S= 0.022мм ;



S= 0.27 мм;



S= 0.13 мм;



S=0.028 мм.



Номинальный диаметр проволоки по меди , мм :

d= 0.17мм ;



d= 0.59 мм ;



d = 0.41 мм ;



d = 0.19 мм ;



Максимальный наружный диаметр мм:

d = 0.21 мм ;



d = 0.66 мм ;



d = 0.47 мм ;



d = 0.23 мм ;



Вес одного метра медной проволоки , г :

g= 0.202 г/м;



g=2.43 г/м;



g=1.11 г/м;



g=0.252 г/м.



14 Находим фактические плотности тока в проводах по формуле (5.14) :

, (5.14)



Тогда:

А/мм2;



А/мм2;



А/мм2;



А/мм2 .



1. По формуле (2.1) и графику 2.8 определяем испытательные напряжения обмоток (эффективные значения,частоты 50Гц ).

Испытательное напряжение–напряжение между соседними обмотками ,а также напряжение между обмотками и сердечником трансформатора, которое трансформатор должен выдержать в течение 1минуты без повреждения изоляции.

При напряжении на зажимах испытуемой обмотки до 250 В-по таблице 3.7 при нормальных условиях

U=1000 В ;



U=1000 В ;



U= 1.41\*220= 311 (2.1)



U= 1.41\*5=7.07



U= 1.41\*8=11.3



U= 1.41\*13=18.4



Uис= 1.3кв=1.4\*1.3



Uис=400В=285.7



16 По формуле (2.4) определяем допустимую осевую длину обмотки на каркасе:

h д=h1-2h, (2.4)



где h1= h – 1= 26-1 = 25 мм –длина каркаса, мм;

h =26мм -высота окна ;

h= 1.5 мм – на основании экспериментальных данных ;



h д= 25-2\*1.5 =22 мм .

17 По формулам (2.6) и (2.7) и графику 2.27 находим число витков в одном слое и число слоёв каждой обмотки .

=, (2.6)



ky1 =1.12 ;ky2=1.04; ky3=1.05; ky4=1.07 ;

тогда число витков в одном слое каждой обмотки :

=витков;



=витков;



=витков;



= витков;



Определим число слоёв каждой из обмоток :

N= , (2.7)



N1=слоёв;



N2=слоя;



N3=слоя;



N4=слоя.



20. Находим радиальные размеры катушки по формулам (3.20) и (3.21) .

В качестве межслоевой изоляции для первичной и третьей вторичной обмоток выбираем кабельную бумагу толщиной 0.12мм (1 слой). А для вторичной первой и второй выбираем телефонную бумагу толщиной 0.05 .

Выбрав междуслоевую изоляцию, находим радиальные размеры каждой обмотки по формуле (2.8).

=kyNdиз+kмс(N-1)hиз.мс, (2.8)



где -толщина междуслоевой изоляции ;



1=1.12\*18\*0.21\*1.14(18-1)0.05=5.20мм;



2=1.06\*2\*0.66\*1.08(2-1)0.09=1.49мм;



3=1.28\*2\*0.47+1.07(2-1)0.09=1.29мм;



4=1.10\*2\*0.23+1.11(2-1) 0.09=0.6мм.



В качестве междуобмоточной изоляции используем два слоя телефонной бумаги марки КТН (0.05мм) и батистовую ленту (0.16мм) с половинным перекрытием. Поверх каркаса пропиточную бумагу марки ЭИП-63Б (0.11мм) в один слой. Междуслоевая изоляция телефонная бумага марки КТН (0.05).На первичную обмотку берем пропиточную бумагу марки ЭИП-50 (0.09мм).

Толщину каркаса принимаем равной hиз2 = 1.5 мм.

21.По графику рисунка 2-28 определяем kв= 1.05 при b/a=20/16=1.25 kно=1.7

22. Радиальный размер катушки ,её толщину определяем из выражения (5.21).

=+(h+1+k h+2+ k h+…+ k h)k(5.21)



где -зазор между корпусом и сердечником ;



h- толщина каркаса ; h- толщина междуобмоточной изоляции



h- толщина наружной изоляции



1,2,3,4- радиальные размеры обмоток ;



k- определяем по рисунку (2-31)



k. k -определяем по рисунку (2-28)



=0.5+(1.61+5.20+1.50\*0.24+1.49+1.20\*0.24+1.29+1.25\*0.24+0.6+ +1.35\*0.24)1.05= 12.53 мм .

19. Определяем зазор между катушкой и сердечником ( значение коэффициента выпучивания берём из таблицы 3.9 ):для броневого трансформатора величина зазора равна C- , (то 0.5 до 2 мм ) 16-12.53\*1.12=2 – что является допустимым .



24. Определяем потери в меди обмоток :

а) по формуле (2.10) находим среднюю длину витка каждой обмотки :

=[2((ак+вк)+2П rn] 10-3,м, (2.10)



Где

r1=1/21 k ;



r1=0.5\*5.2\*1.05=2.73

ак=а+2∆3+2 h k=16+2\*0.5+2\*1.16\*1.05=20.38



r2=0.5\*1.49\*1.05=0.78

вк=в+2∆3+2 h k=



=20+2\*0.5+2\*1.16\*1.05=24.38 r3=0.5\*1.29\*1.05=0.67

r4=0.5\*0.6\*1.05=0.31

1=[2(20.38+24.38)+2\*3.14\*2.73] 10-3=0.106м,



2=[2(20.38+24.38)+2\*3.14\*0.78] 10-3=0.094м,



3=[2(20.38+24.38)+2\*3.14\*0.67] 10-3=0.093м,



4=.[2(20.38+24.38)+2\*3.14\*0.31] 10-3=0.091м,



б) по формуле (2.15) определяем вес меди каждой обмотки :

Gм= \*\*g\*10-3 , (2.15)



Где -средняя длина витка ;



- общее число витков обмотки ;



g – вес одного метра провода ;

Gм1=0.106\*1738\*0.202=37.2 г;

Gм2= 0.094\*56\*2.43=12.7 г;

Gм3= 0.093\*90\*1.11=9.2 г;

Gм4= 0.031\*147\*0.252=3.3 г.

в) Определяем потери в каждой обмотке по формуле (5.14 ):

Предельно допустимая температура провода 105ºС

Pм=2.65\*2 \* Gм , (5.14)



где - плотность тока , А/мм2 ;



Gм-вес провода , кг;

Pм1=2.65\*3.52\*37.2\*10-3=1.2 Вт;

Pм2=2.65\*3.82\*12. 7\*10-3=0.48 Вт;

Pм3=2.65\*3.72\*9.2\*10-3=0.33Вт;

Pм4=2.65\*3.62\*3.3\*10-3=0.11Вт.

г) Находим суммарные потери в меди катушки по формуле (5.13):

Pм= Pм1+Pм2+Pм3+Pм4 , (5.13)

тогда:

Pм= 1.2+0.48+ 0.33+0.11=2.12 Вт .

25 Определяем тепловое сопротивление по формулам (3.42),(3.26), (3.25), (3.15):

Rк===67, (3.42)



δк=1.253 см2

λк= 1\*10-3 вт/см2 ºС

Sк= 2\*λ(а+в)=2\*2.26(1.6+2)=18.72 см2

Rм= (3.26) λк=1.56 \*10-3 вт/см ºС



Vк=2ch(a+b+)=2\*9\*2.6(1.6+2+)=829



r2 =172 =289

r=+c=+9=17



Rом== (3.25)



Sохл.к=2[c(2a+Пc)+h(a+Пc)] =2[9(2\*1.6+3.14\*9)+2.6(1.6+3.14\*9)

Rос== (3.15)



Rс.т= ст =1.5\*10-3 вт/см2 ºС



Rс.б= ожл.б =1.7\* 10-3 вт/см2 ºС



Sохл.ст=a(4c+2h+Пa)=1.6(4\*9+2\*2.6+3.14\*1.6)=74

Sохл.б=2b(2c+h+Пa)=2\* 2(2\*9+2.6\*2.6+3.14\*1.6)=102

26. Определяем величину теплового потока катушки-сердечник по формуле (3-54):

(3-54)



27. Определяем тепловое сопротивление катушки от максимально нагретой области до корпуса по формуле(3-51):

x= (3-51)



x=



28. Определяем величину теплового потока от сердечника к катушке по формуле (3-60), так как х<0,

; (3-60)



29. Так как положителен, то величину максимального превышения температуры катушки определяем по формуле (3-61):



(3-61)



30. Определяем средний перепад температуры в катушке по формуле (3-62)

(3-26)



31. Определяем среднеобъемное превышение температуры катушки по формуле (3-58):

(3-58)



32. Определяем максимальную и среднюю температуры проводов обмотки:



33. На основании проведенного расчета видно, что принятые в расчете провода марки ПЭВ-2 с предельно допустимой температурой +105 могут быть использованы в данном трансформаторе.



34. Определяем активные сопротивления обмоток по формуле (5-15)

При температуре



Ом (5-15)



Ом;



Ом;



Ом;



Ом.



35. Определяем полные активные сопротивления пар обмоток трансформатора, приведенные к его первичной обмотке, по формуле (5-17):

(5-15)



Ом;



Ом;



Ом.



36. Определяем индуктивное сопротивление пар обмоток трансформатора по формулам (5-22),(5-23),(5-24),(5-27),(5-28),(5-34):

g=0.2235h0.2235(2.2+0.52)=0.6; (5-22)



g=0.2235h0.2235(2.1+0.149)=0.5;



g=0.2235h0.2235(2.1+0.129)=0.49;



g=0.2235h0.2235(2.1+0.06)=0.48.



g==; (5-23)



g==;



g==.



(5-24)



e =1.17

. (5-27)



по формуле (5-34)

*м*



*м*



*м*



по формуле (5-28)

Ом



Ом



Ом



1. Определяем коэффициент полезного действия (К.П.Д.) трансформатора по формуле (5.37) :

, (3.34)



где Pст-потери в стали ;

тогда:

%



что допустимо

4. ЭСКИЗНАЯ ПРОРАБОТКА ЭЛЕМЕНТА И ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ

В данной работе разрабатывается маломощный броневой трансформатор Медная проволока обмоток намотана на каркас и через отверстие в стенке каркаса выведена на внешнюю поверхность стенки, припаяна к лепестку, с которого в последствии происходит снимание или подача электрических сигналов.

Токосъем производится с помощью лепестков которые крепятся к поверхности стенок каркаса трубчатой заклёпкой. Весовою очередь именно через отверстие в трубчатой заклёпке производится вывод контакта обмотки с последующим её соединением пайкой с лепестком. Клёпанные соединения обеспечивает жесткое соединение стенки каркаса с лепестками, что увеличивает надёжность

Выбранная обмоточная проволока марки ШЛМ1620 имеет минимальный ТКС, что значительно повышает стабильность установленного сопротивления. Такая проволока обеспечивает высокое сопротивление (R=2,2кОм), при диаметре проволоки d=0,07 мм. Шаг намотки tш=0,075 мм обеспечивает разрешающую способность δ=0,12%.



Для хорошего контакта в резистивном элементе делается выборка глубиной 10…30\*10-3мм и имеет 8-10 класс точности.

Токосъем производится с помощью плоской и тонкой пружины, одним концом припаянной к выводу резистора, а другим – к концу контактной пружины. Её конструкция рассчитана на большой срок службы.

Сама пружина жестко закреплена на держателе, который в свою очередь соединен с осью вращения. приводящей в вращение всю контактную систему.

Фиксация установленного сопротивления и образование необходимого контактного усилия достигается с помощью контактных шайб, расположенных на оси вращения. Такая конструкция обеспечивает легкую регулировку контактного усилия, надежную фиксацию сопротивления, не требует больших усилий для перемещения контактной пружины.

Ещё одно достоинство такой конструкции заключается в том, что резистор поддается ремонту, в частности замене стержня пружины на оси. А такая замена существенно продлевает строк службы резистора.

Держатель с контактной пружиной и резистивный элемент помещаются среди пластмассового корпуса, обеспечивающего изоляцию и защиту от механических воздействий, и удобное крепление резистора.

В целом конструкция проста и надёжна, не требует больших затрат средств и пригодна для серийного производства.

**5. УТОЧНЕНИЕ И ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ**

Сконструированный переменный резистор состоит из корпуса, который имеет круглую форму и изготовлен из пластмассы.

Основным элементом в переменном резисторе является резистивный элемент и контактное устройство.

В данной конструкции электрический контакт обмотки с выводом создается обжатием металлической обоймой вокруг конечных витков обмотки. Используется и дополнительное крепление – пропитка её изоляционным лаком. Крепление резистивного элемента производится клеем в специальном пазе.

Крепление контактной пружины к держателю осуществляется впайкой её в металлический цилиндр с подошвой, прикрепленный к держателю клеем.

Ось перемещения контактной пружины совершает свои движения в металлической втулке с наружной резьбой, впрессованной в основание корпуса. На основании втулки, в специальных пазах, располагаются плоские пружины, которые создают фиксацию сопротивления посредством обжатия оси вала вращения. Таких пружин имеется 4, они упругие и пластичные, отшлифованные до 10 класса точности, что бы создавать минимальную силу трения с осью вращения. Между держателем и втулкой размещены еще 2 пружины для регулировки контактного усилия. В держатель впрессована металлическая шайба, которая предотвращает преждевременный износ держателя.

На держателе, соосно контактной пружине, есть выступ, который ограничивает угол поворота скользящего контакта.

Токосъемная пружина расположена над держателем, и одним концом припаяна к токосъему, а другой к выводу.

Ось вращения вставлена в держатель, и на конце имеет паз для стопорных шайб, создающих контактное усилие. Также имеет выступ для насадки на него фишки для удобства вращения.

Внешние выводы с наружи трансформатора выполнены в виде пластин-лепестков и держатся клёпаным соединением на стенке корпуса.

**ПАСПОРТ**

1. Напряжение источника питания, …………………………...….220



2. Частота питающей сети, ………………………………….……..50



3. Напряжения вторичных обмоток, …………..….….5; 8; 13



4. Потребляемый ток, ………………………………………..……0.28



5. Токи вторичных обмоток, …………………..…….1; 0.5; 0.1



6. Фактическая плотность тока в проводах обмоток, …………………….............................................3.6; 3.8;3.8; 3.7



7. Номинальная мощность, ……………………….……………10.3



8. Потребляемая мощность, ………………………….………...12.8



9. КПД, ……………………………………………………………….80



10.Ток холостого хода, ……………………………………...……0.019



11. Тепловое сопротивление катушки, ………………..…….5,1



12. Тепловое сопротивление гильзы, ……………………...…67



13. Максимальное превышение температуры катушки, ….45,49



14. Максимальная температура проводов обмотки, ......…79,46



15. Масса, кг…………………………………………………………….0,91

Исполнение УХЛ, категория размещения 4.2.

Предназначен для вычислительной аппаратуры.

Программа выпуска 250000 шт. в год.

ВЫВОДЫ

В результате проектирования был получен маломощный броневой трансформатор. Его характеристики, приведенные в паспорте, при сравнении сразу выделяют его достоинства и недостатки.

Сам трансформатор имеет довольно существенные габаритные размеры, но этот недостаток компенсируется его надёжностью и стабильностью что удобно при эксплуатации. Температура нагрева обмоток трансформатора равна 79.460С , так как трансформатор рассчитывался для 105 0С, то есть запас, который особо важен при долговременной эксплуатации обеспечен.

В результате расчетов получили трансформатор с большей эксплуатационной надёжностью и хорошими электрическими показателями для определённых исходных данных .

Недостатком является его крупные габариты по сравнению с аналогичными конструкциями, что ограничивает применение трансформаторов данной конструкции.

Полученная конструкция удобна при производстве. Она проста и не требует очень сложного оборудования. Между тем конструкция надежна и долговечна. Подлежит ремонту и замене.

**ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК**

1.Т.А.Рычина . Электрорадиоэлементы . Учебник для вузов . М., "Сов. радио", 2006

2.В.Л.Соломахо и др. Справочник конструктора—приборостроителя. Проектирование. Основные нормы. Мн. Высшая школа. 2008

3.А.К.Белоусов, В.С.Савченко. Электрические разъемные контакты в радиоэлектронной аппаратуре. М. Энергия. 2005

4.И.И.Белопольский. Расчет трансформаторов и дросселей малой мощности. Изд.2-е, перераб. И доп. М., "Энергия", 1973.