

ющемся свободном пространстве экранированного отсека, а также для существенного упрощения расчета количества витков, поскольку при использовании этого типоразмера и величины магнитной проницаемости расчет сводится к простому пересчету количества витков прямо пропорционально уменьшению сечения, потому что "родной" ППТН С1-83 намотан на двух сложенных вместе кольцах К28169 из феррита марки 2000НМ1-17, обмотка накала которого имеет 8 витков провода ПЭТВ диаметром 0,4 мм.

Хочу сразу обратить внимание радиолюбителей на возможные казусы, которые вполне могут возникнуть при повторении конструкции ПТ по материалам данной статьи либо при проведении аналогичных ремонтов, например, по материалам [4, 6]. Зная по опыту, что расчет трансформаторов на ферритовых магнитопроводах вообще, и на тороидальных в частности, приблизительный, при реализации данной идеи (применение ПТ) было взято три магнитопровода К28169, оказавшиеся "под рукой". На первом и третьем была видна маркировка 2000НМ1, а на втором она отсутствовала. На все магнитопроводы были намотаны по две обмотки по 16 витков. ПТ на первом магнитопроводе "пошел" сразу - накал на трубке ЭО визуально заметен, напряжение как на входе ПТ, так и на выходе, измеренное авометром Ц4341, включенном в режим измерения переменных напряжений, было около 6,3 В, осциллограмма нормальная, нагрев ПТ во времени - умеренный (до 40...45°C - чуть теплый на ощупь). ПТ на втором магнитопроводе, несмотря на нормальные входное и выходное напряжения, сильно разогревался во времени до 60...70°C (еле удерживаешь руку). При подключении третьего экземпляра ПТ входное напряжение накала имело, а выходное напряжение составляло около вольта, накал трубки отсутствовал, ЭО, естественно, не работал. Для анализа причин при помощи измерителя импеданса Е7-17 была измерена индуктивность обмотки накала ППТН С1-83, которая была равна 260 мГн, индуктивность первичной обмотки первого экземпляра ПТ равнялась 180 мГн, индуктивность второго экземпляра ПТ - 60 мГн, третьего экземпляра ПТ - 560 мГн!

Второй и третий экземпляры были перемотаны под индуктивность первого ПТ. Для получения требуемой индуктивности на второй ПТ потребовалось намотать 40 витков, на третий - 8 витков. Реально получившаяся индуктивность - 240 и 218 мГн. После перемотки ПТ на втором и третьем магнитопроводе работа ПТ ничем не отличалась от первого экземпляра. То есть значение индуктивности, а значит, и параметры намоточного узла, выполненного на случайных магнитопроводах из разных партий, разных изготовителей, разных лет выпуска (а может, и из разных изоляторов брака!) и даже с одинаковой маркировкой, есть вещь плохо предсказуемая, обязательно требующая проведения предварительных измерений и осмысливания полученных результатов. К тому же, помимо

временных факторов, при изготовлении кольцевых магнитопроводов из феррита 2000НМ допускается разброс по магнитной проницаемости +500, 300 ед. [3].

**Метрология.** Если нет возможности воспользоваться измерителем индуктивности, то для правильного выбора данных ПТ на конкретном магнитопроводе можно провести ее измерение, по крайней мере, тремя доступными способами, поскольку при частоте преобразования 9 кГц можно использовать в качестве магнитопровода ПТ феррита практически любых распространенных марок [3].

Первый способ. Определение частоты параллельного резонанса контура, состоящего из обмотки ПТ и конденсатора емкостью 0,1 мкФ (в качестве образцовых использованы параметры обмотки накала ППТН ремонтируемого С1-83). Затем путем подбора числа витков на имеющемся магнитопроводе добиться получения аналогичных параметров у изготавливаемого ПТ. Резонансная частота такого контура около 32 кГц. Структурная схема для проведения измерений показана на **рис.2**

Второй способ (**рис.3**) заключается в подборе реактивного сопротивления первичной обмотки ПТ на частоте 9 кГц, равного реактивному сопротивлению ППТН ремонтируемого С1-83, и использует принцип вольтметра-амперметра. Измерения проводят следующим образом. Подключив измерительную цепь, состоящую из индуктивности L1 (обмотка накала ППТН С1-83) и потенциометра R1, к источнику напряжения 9 кГц (для С1-83), постепенно уменьшая значение измерительного потенциометра, добиваются равенства напряжений на L1 и R1. Индуктивное сопротивление обмотки ППТН С1-83 на данной частоте будет численно равно величине сопротивления потенциометра. Затем ту же схему собирают уже с изготавливаемым ПТ и подбором числа его витков, не изменяя положения движка R1, добиваются равенства напряжений на R1 и L1.2. Индуктивное сопротивление трех экземпляров ПТ, измеренное таким косвенным способом, находилось в пределах 22...25 Ом.

В качестве источника испытательного сигнала (С1) для подбора индуктивности ПТ можно использовать любой генератор низкой частоты.

При наличии только авометра, можно применить метод пробной обмотки (**рис.4**), который позволяет практически подобрать количество витков ПТ, нагруженного на активный эквивалент нагрузки, и использовать напряжение накала ремонтируемого ЭО в качестве измерительного. Для этого, отключив от обмотки накала высокое защитное напряжение (!) и намотав на имеющийся магнитопровод заведомо большее количество (40-50) витков провода диаметром 0,4...0,6 мм, нагрузив вторичную обмотку ПТ на лампочку накаливания 6,3 В, 0,28 А, подключают ПТ к ЭО. Измеряют напряжения на первичной и вторичной обмотках авометром. Для облегчения подбора витков намотку ПТ лучше вести в два провода, что позволит уменьшать одновременно количество витков в обоих

обмотках. Сматывая по 1-2 витка, контролируют получившееся напряжение на HL1. Получение на вторичной обмотке напряжения 6,3 В, нормального свечения HL1, отсутствие разогрева ПТ во времени будет означать получение требуемых параметров. Причем, частотная погрешность РА1 на измерительной частоте не имеет значения, поскольку при измерении и последующем сравнении напряжений во втором и третьем случаях она уничтожается [5]. После этого получившуюся обмотку сматывают и наматывают ПТ с подобранным количеством витков в соответствии с вышеуказанной технологией.

Данными методами можно воспользоваться и при других значениях частот питающего накал трубки ЭО напряжения, к примеру, для ЭО С1-65, накал которого питается напряжением с частотой 50 Гц, можно применить в качестве материала сердечника ПТ электротехническую сталь. Повышенный ток холостого хода (100...150 мА) говорит всего лишь о большей мощности. Конструктивно это вызывает необходимость в некотором увеличении сечения провода обмоток ПТ (для С1-83 ПТ наматывают проводом диаметром 0,68 мм) с учетом тока холостого хода.

Для повышения КПД ПТ в качестве первичной обмотки желательно использовать обмотку, которая наматывается ближе к магнитопроводу [1].

Приведенные в статье рекомендации справедливы для измерений напряжений, имеющих синусоидальную и прямоугольную (меандр) формы.

При изготовлении ПТ для телевизионных кинескопов с аналогичным дефектом (замыканием накал-катод) в качестве измерителя (в связи с импульсным характером питающего напряжения с частотой 15625 Гц, длительностью около 12 мкс и скважностью порядка 5) нужно использовать только осциллограф, ориентируясь на амплитудное значение напряжения на первичной и вторичной обмотках, равное 22 В [2].

Проверка ПТ, изготовленных по данной технологии, на пробой между первичной и вторичной обмотками на высоковольтной установке показала, что пробой наступал при напряжении 6 кВ, что соответствует требованиям ГОСТ 12.2.091-94.

#### Литература

1. Березовский МА, Писаренко ВМ. Краткий справочник радиолюбителя. Техника. - К.: Наукова думка, 1975. - 342 с.
2. Бочек А.В. Измерение напряжения накала кинескопа//Радиоаматор. - 2001. - №4. - С.13.
3. Гордеев А. и др. Кольцевые сердечники из марганец-цинковых ферритов//Радио. - 1978. - №8. - С.57.
4. Динабургский Ю., Гордеев А. Работа телевизора с замыканием в кинескопе//Радио. - 1991. - №12. - С.46.
5. Меерсон А.М. Радиоизмерительная техника. - Ленинград: Энергия, 1978. - 339 с.
6. Осауленко Н. Доработка цветных телевизоров под кинескоп с прямоугольными металлосплавными катодами//Радиоаматор. - 2001. - №4. - С.14.