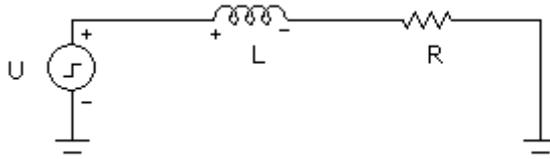


В. Овечкину

Возьмем цепочку из последовательно соединенных источника импульсов амплитудой U и длительностью $t_{\text{имп}}$, индуктивности с сердечником L и резистора R .



Ток в цепи в момент времени t определяется точной формулой

$$i = U/R \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) ; \quad (1)$$

где τ - постоянная времени, равная

$$\tau = L/R ; \quad (2)$$

Скорость изменения тока равна

$$i' = U/R \cdot 1/\tau \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} ; \quad (3)$$

Разлагая (3) в степенной ряд и ограничиваясь первым членом, получим

$$i' \approx U/R \cdot \tau = U \cdot R / R \cdot L = U/L ; \quad (4)$$

Окончательно имеем формулу для расчета величины тока для не очень больших времен, что всегда выполняется

$$i = i' \cdot t = (U/L) \cdot t ; \quad (5)$$

Соответственно максимальное значение тока в момент окончания импульса составляет

$$i_{\text{макс}} = i' \cdot t_{\text{имп}} = (U/L) \cdot t_{\text{имп}} ; \quad (6)$$

Этот ток создает максимальную магнитодвижущую силу (МДС) в ампер-витках и напряженность магнитного поля в ампер на м.

$$\text{МДС} = i_{\text{макс}} \cdot n$$

$$H_{\text{макс}} = i_{\text{макс}} \cdot n / l_{\text{ср}}$$

$l_{\text{ср}}$ - средняя длина магнитной линии в сердечнике.

Ферромагнитный сердечник отвечает намагничивающему полю появлением индукции, изменение которой вызывает возникновение напряжения во вторичной обмотке трансформатора. Если ее нагрузить, то возникший ток приведет к увеличению тока в первичке. Но эти два тока не дают дополнительного замагничивания сердечника, так как их МДС направлены встречно и взаимно компенсируют друг друга.

Величина $H_{\text{макс}}$ для работы сердечника без сильного разогрева не должна превышать некоторое предельно допустимое H^* , которое соответствует началу захода сердечника в область насыщения. H^* определяется по кривой начального намагничивания феррита данной марки. Для 2000НМ1 при 20°C она составляет примерно 55-65 А/м, при 100°C не превышает 35-45 А/м. Т.е. имеется тенденция к саморазгону разогрева сердечника при неправильно выбранных параметрах обмотки.

Для других ферритов у меня нет данных. Но думаю, что для Эпкоса можно прибавить 15-20 %, а для 2500НМС использовать эти значения. Существенного перерасхода меди не будет, особенно в условиях штучного изготовления.

Теперь вспомним, что величина индуктивности катушки на замкнутом без зазора кольцевом сердечнике в Гн равна

$$L = 4\mu \cdot S \cdot n^2 / (d_{\text{ср}} \cdot 10^7) \quad (7)$$

Здесь μ - относительная магнитная проницаемость сердечника

S - площадь сечения сердечника

$d_{\text{ср}}$ - средний диаметр кольца

Линейные размеры в м.

Подставляя это значение в (6), получим

$$i_{\text{макс}} = U \cdot t_{\text{имп}} \cdot d_{\text{ср}} \cdot 10^7 / (4\mu \cdot S \cdot n^2); \quad (8)$$

Найдем $H_{\text{макс}}$

$$H_{\text{макс}} = U \cdot t_{\text{имп}} \cdot 10^7 / (4\pi \cdot \mu \cdot S \cdot n); \quad (9)$$

Преобразовывая уравнение (9) относительно n и приравняв $H_{\text{макс}}$ по величине H^* получим формулу для расчета числа витков первички для слабо греющегося силовика

$$n = U \cdot t_{\text{имп}} \cdot 10^7 / (4\pi \cdot \mu \cdot S \cdot H^*); \quad (10)$$

Здесь U равно 310 В для моста и 155 В для полумоста, $t_{\text{имп}}$ исходя из значения рабочей частоты. Для 30 кГц можно принять 15-16 мксек.

Это гарантированное значение для работы силовика в бархатном режиме без опасений за всякие неприятности типа асимметрии, панической боязни пропуска одного импульса и прочей дуроты со сверлением дырок или приляпывания ушей для контроля подмагничивания. С этими витками транс пропрет все без ущерба для ключей и диодов. По опыту можно сказать, что некоторое снижение числа витков допустимо без возникновения серьезного разогрева сердечника. Например сердечник на 2-х К100*60*15 работает без перегрева при 42 витках. Ну а дальше уж Ваш выбор насколько Вы рискуете лезть в пекло ради экономии метров медной “проволовки”.

Кстати, обратите внимание, что $\pi \cdot d_{\text{ср}}$ есть не что иное, как длина средней магнитной линии в магнитопроводе. Проведя необходимые преобразования Вы без особого труда можете получить соответствующую формулу и для Ш-сердечников.