

ФОРМА ТОКА ХОЛОСТОГО ХОДА ТОРОИДАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.

И. Виноградский aka
ИГВИН © 2006 г.
(третья редакция)

Данное исследование проводилось с целью экспериментального определения формы тока холостого хода тороидальных трансформаторов, применяемых в блоках питания аудиоаппаратуры Hi-End.

Было исследовано 2 тороидальных магнитопровода. Размеры магнитопроводов приведены в таблице.

Схема измерения представлена на **рис 1**.

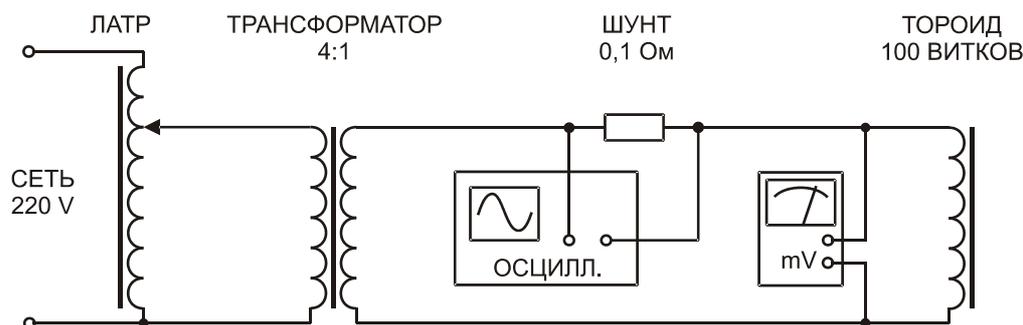


Рис. 1. Схема измерения.

Использованы:

1. ЛАТР 2А.
2. Изолирующий трансформатор 4:1. Габаритная мощность 200W, первичная обмотка 880 витков. При проведении измерений в наихудшем случае на его первичную обмотку приходилось не менее 8 витков/Вольт
3. Осциллограф С1-114/1.
4. Милливольтметр переменного напряжения ВЗ-56.

На испытуемые магнитопроводы намотано по 100 витков пробной обмотки проводом, штатно используемым для первичной обмотки.

Напряжение на испытуемой обмотке поднималось с шагом 2 Вольта, делался снимок. Чувствительность осциллографа в ходе измерений не менялась и составляла 5 mV/деление.

На осциллограммах показана форма **тока** в цепи испытуемой обмотки. **Напряжение** на ней измерено милливольтметром среднеквадратичных значений и пересчитано в отношение витков к вольтам (Витки/Вольт):

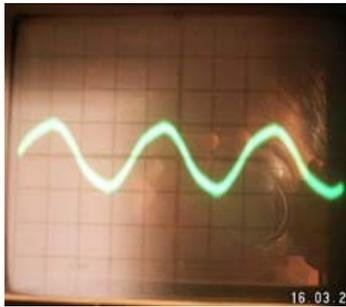
$$Y_{\text{ВИТК/ВОЛЬТ}} = 100 \text{ ВИТКОВ/}U_{\text{ВОЛЬТ}}$$

Форма **напряжения** на пробной обмотке при измерении даже в наихудшем измеряемом случае повторяет форму сетевого напряжения: синус с уплощенной верхушкой. При выходе за пределы проведенных измерений форма **напряжения** синуса искажается, примерно как ступенька в усилителе класса В без ООС. Железо при этом начинает зудеть.

Результаты исследования сведены в две таблицы.

ФОРМА ТОКА ПРИ ДАННОМ ОТНОШЕНИИ ВИТКОВ/ВОЛЬТ.

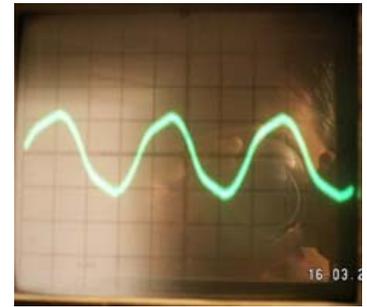
Магнитопровод 140W: 60x100-32, сечение 6,4 см²
рекомендовано первичной 1000 витков (4,55 витков/Вольт)



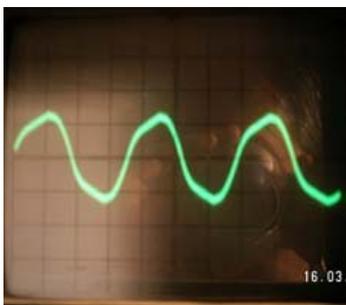
10 витк/Вольт, 0,71 Тл



8,33 витк/Вольт, 0,85 Тл



7,14 витк/Вольт, 1 Тл



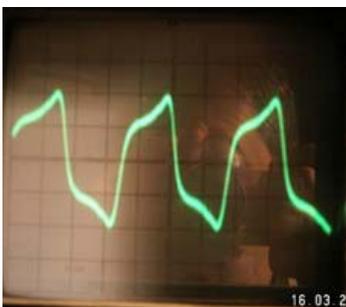
6,25 витк/Вольт, 1,14 Тл



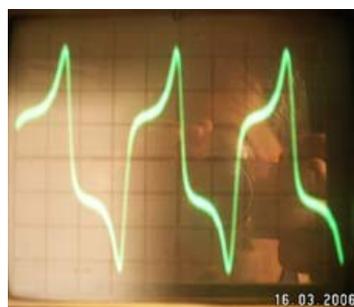
5,56 витк/Вольт, 1,28 Тл



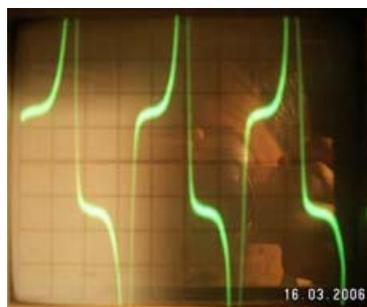
5 витк/Вольт, 1,42 Тл



4,55 витк/Вольт, 1,56 Тл
рекомендовано.



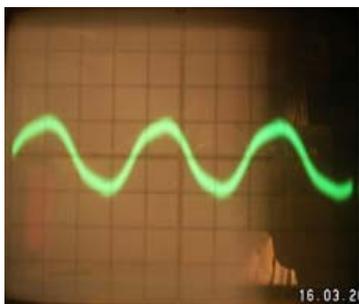
4,17 витк/Вольт, 1,7 Тл



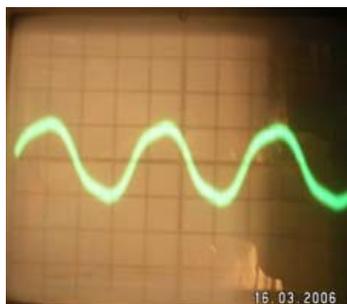
3,85 витк/Вольт, 1,98 Тл

ФОРМА ТОКА ПРИ ДАННОМ ОТНОШЕНИИ ВИТКОВ/ВОЛЬТ.

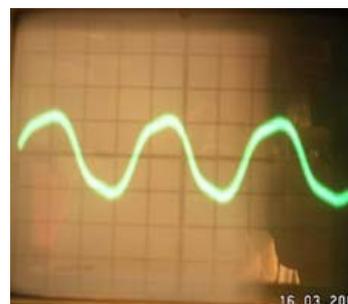
Магнитопровод 200W: 60x100-40, сечение 8 см²
рекомендовано первичной 850 витков (3,86 витков/Вольт)



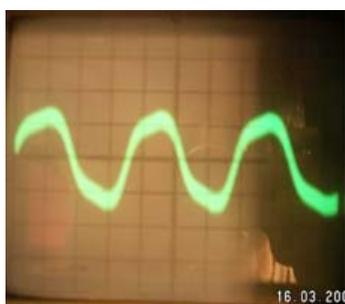
8,33 витк/Вольт, 0,68 Тл



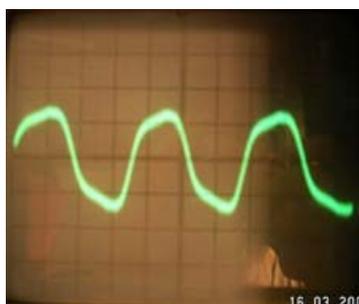
7,14 витк/Вольт, 0,8 Тл



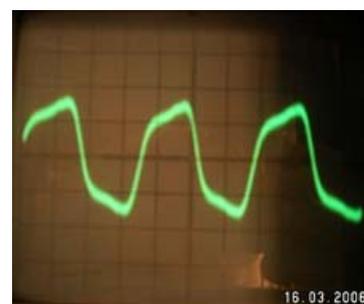
6,25 витк/Вольт, 0,91 Тл



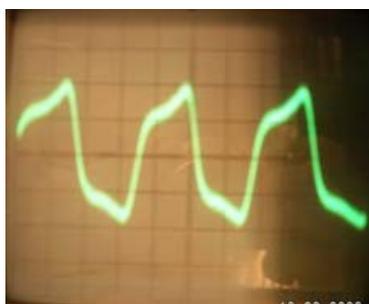
5,56 витк/Вольт, 1 Тл



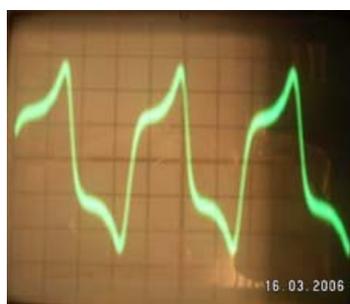
5 витк/Вольт, 1,14 Тл



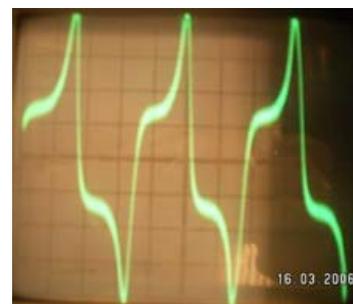
4,55 витк/Вольт, 1,25 Тл



4,17 витк/Вольт, 1,36 Тл



3,85 витк/Вольт, 1,48 Тл
рекомендовано



3,57 витк/Вольт, 1,6 Тл

Очевидно, что рекомендованное производителем отношение витков/Вольт близко к критическому и при 10% превышении сетевого напряжения железо будет насыщаться.

Индукцию в магнитопроводе можно вычислить для каждого случая по формуле

$$B_{max} = U_{rms} / (1,41 * \pi * \omega * F * Q), \text{ где}$$

U - напряжение на обмотке, среднеквадратичное, Вольт

ω - количество витков

Q - сечение сердечника, м² (с учетом заполнения железом)

π - 3,14

F - частота (50 Гц)

При питании первичной обмотки от сети 220V 50Гц, удобно пользоваться формулой

$B_{max}=10000/\omega*Q$, где

ω - количество витков

Q - сечение сердечника, см² (с учетом заполнения железом).

В случае применения измеренных сердечников в блоке питания Hi-End усилителя, исходя из результатов измерений, можно рекомендовать для тороида 140 W (6,4 см²) отношение не менее 6 витков/Вольт (1320 витков для данного образца), т.е. 1,18 Тл. Для тороида 200 W (8 см²) не менее 5 витков/Вольт (1100 витков для данного образца), т.е. 1,14 Тл.

Для Hi-End изделия индукцию в сердечнике для данного образца железа лучше не выбирать более 1,0 Тл. В таком случае будет получена низкая магнитная наводка и минимальный акустический шум.

Ростов-на-Дону, 30 декабря 2007 г.