

Методика устранения шумов в преобразователях на TinySwitch

Часть II

ВЫБОР ТИПОРАЗМЕРА ЗЕРЕН РАСПОРКИ

Теоретические методы вычисления размеров воздушного зазора в магнитопроводе часто построены на идеальных моделях, которые основаны на том, что весь магнитный поток заключен в сердечнике. Такие вычисления редко бывают точными, поскольку всегда существует часть магнитного потока, которая выходит за пределы магнитопровода. Поэтому разработчики в качестве основной расчетной величины для того или иного типоразмера сердечника применяют не его физические размеры, а вычисленное значение коэффициента AL (коэффициент индуктивности). В технической документации Power Integrations коэффициент индуктивности обозначается как ALG.

Расчет трансформатора с распоркой производится также как и расчет трансформатора с зазором в центральной части сердечника (при условии стандартного масштабирования этого промежутка).

В табл.1 приведены приближенные значения коэффициента индуктивности ALG наиболее часто используемых (вместе с микросхемами серии **TinySwitch**) типоразмеров сердечников для пятнадцати основных, рекомендуемых к применению, размеров зерен распорки. Отличия в технологии производства и в составах сердечников могут привести к

несоответствию параметров, приведенных в таблице, с параметрами, полученными на практике. Именно поэтому разработчикам советуется завести себе свою индивидуальную, полученную посредством личного опыта, таблицу коэффициентов ALG относительно применяемых у себя сердечников и используемой технологии производства.

Выбор метода сборки трансформаторов с гранулами распорки будет зависеть от массовости производства. Основные отличия будут в выборе типа адгезива, а также в особенностях его

смешивания с распоркой. В любом случае клей должен обладать достаточной вязкостью для создания однородной суспензии, а также выдерживать предельные рабочие температуры будущего устройства. Стоимость стеклянного наполнителя по отношению к стоимости трансформатора - очень незначительна. Смесь адгезива с 10% массовой долей стеклянных гранул имеет высокую эффективность для большинства применений. 20% доля стеклянных зерен может привести к избыточной жесткости клеящего состава. Если их не



Таблица 1. Рекомендуемые к применению размеры зерен распорки

Диаметр зерна распорки мм	Приближенные значения коэффициента индуктивности ALG для основных типоразмеров сердечников					
	EE13	EE16	EEL16	EF16	EE19	EEL19
	nH / N ²					
0.053	203	220	215	245	258	244
0.064	179	194	192	215	228	220
0.074	160	174	174	193	204	201
0.089	139	151	153	167	177	178
0.104	123	134	136	148	157	160
0.124	108	117	120	129	137	141
0.150	94	102	105	112	119	124
0.178	83	90	93	99	104	110
0.212	74	80	82	88	92	97
0.249	66	71	73	78	82	86
0.297	58	63	65	69	72	77
0.355	51	56	58	61	64	68
0.419	46	50	52	55	58	62
0.500	41	44	47	49	52	56
0.594	37	39	44	44	48	52

- Сердечники типоразмеров EE и EEL соответствуют материалу NC-2H. Сердечники EF соответствуют материалу 3C85.
- Результирующие значения параметров собранных трансформаторов могут отличаться от приведенных значений из-за различий в применяемых материалах или в применяемой технологии производства.



ТОВ "БІС-електронік" <http://www.bis-el.kiev.ua>, e-mail: info@bis-el.kiev.ua

Офіційний дилер продукції Power Integrations в Україні.

Тел.: (044) 490-3599, факс: 404-8992

более 5%, то тут существует серьезная вероятность полного отсутствия зерен на одном из участков стыковки половинок сердечника.

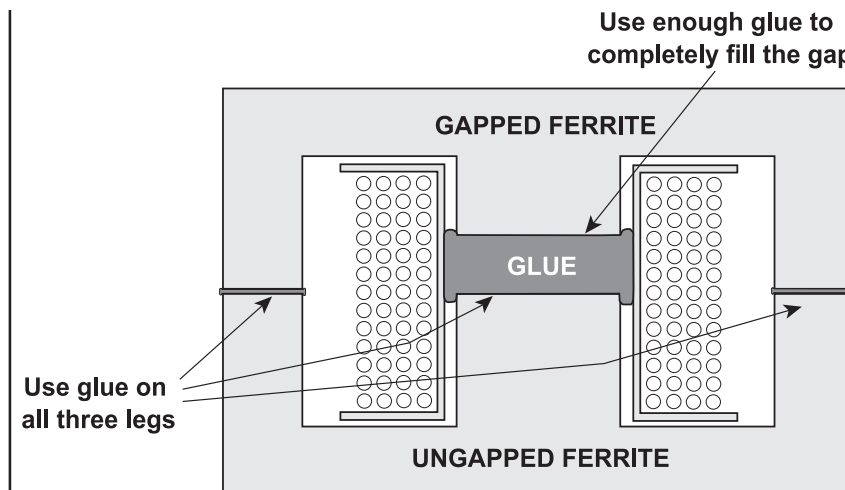
СЕРДЕЧНИК С ЗАЗОРОМ В ЦЕНТРЕ

В обратноходовых преобразователях зазор применяется с целью накопления энергии в трансформаторе на прямом ходе. В прямоходовых преобразователях энергия передается сразу через трансформатор, минуя стадию накопления. Поэтому, накопленная энергия является ненужной и на обратном ходе рекуперировается. Следовательно, индуктивность первичной обмотки надо делать по возможности большей. Но в прямоходовых преобразователях зазор все же нужен для того, чтобы сердечник размагничивался не до остаточной индукции, а до чего-то более близкого к нулю. Иначе возможно насыщение сердечника, особенно если петля гистерезиса будет близка к прямоугольной.

Поэтому, в то время как использование стеклянных гранул в качестве распорной детали для сердечника трансформатора дает замечательный эффект и имеет по многим параметрам непоколебимые преимущества, некоторые производители стремятся к применению адгезивов в традиционной конструкции магнитопровода с зазором в центральной части. Эта альтернативная методика может существенно уменьшить возникновение аудиосумов, но она требует осторожности по отношению к возникновению механических напряжений вследствие перепадов рабочей температуры. Важно быть уверенным в высокой прочности (качестве) применяемых ферритов. Сердечник должен выдерживать механические напряжения, которые неизбежно будут возникать из-за его специфической формы.

На рис.1 показана рекомендуемая конструкция трансформатора с зазором в центральной части. Очень важно, чтобы клей полностью заполнил этот зазор, а также применялся на всем участке стыковочной поверхности двух половинок сердечника и сердечника с катушкой.

После проведения испытаний (тепловой удар) на сотнях трансформаторов различной конструкции было определено, что много отказов происходит с сер-



Transformer Cross Section

Рисунок 1 Противодействие шумам в трансформаторе с зазором

дечниками, где в центральном зазоре применялся жесткий клей, особенно с промежутком более 0,1 мм. И напротив, в трансформаторах со стеклянной распоркой отказы почти не наблюдались.

Не рекомендуется применять жесткий клей с большим коэффициентом расширения в трансформаторах с зазором менее 0,1 мм - велика вероятность раскола сердечника. С мягким клеем не возникает таких проблем (механические напряжения намного ниже), но он малоэффективен в подавлении шума.

ДРУГИЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ШУМАМИ ТРАНСФОРМАТОРА

Производители импульсных трансформаторов часто для тех или иных целей применяют герметизацию. Если использовать герметизацию исключительно для борьбы с шумами трансформатора, то это обойдется несколько дороже, нежели применение других методов. Исследования с помощью аудио измерений показали, что герметизация по уровню уменьшения шумов ничем не уступает методам с применением распорки или с применением сердечника с зазором в центре.

Покрывание лаком применяется для повышения надежности изделия и защиты его от влаги, но в тоже время такое покрытие удачно противодействует излучению шума. Но тут нужна некоторая ос-

торожность: применение лака с высоким коэффициентом (может повысить емкость первичной обмотки. Это понизит резонансную частоту трансформатора, приведет к увеличению пикового тока включения питания, и уменьшит КПД системы.

Чем ниже пиковая плотность тока, тем меньше производится шума. Для трансформатора без адгезива уменьшение пика магнитного тока с 3000 Гс до 2000 Гс уровень слышимого шума может упасть на 10-15 дБ.

Чем выше частота работы трансформатора, тем меньше шума он производит, т.к. величина слышимого шума зависит от продолжительности тока через сердечник.

Обычный герметичный пластмассовый корпус может уменьшить аудиосум примерно до 20 дБ. Но здесь нужно учесть ухудшение температурного режима системы.

Из всех перечисленных и не перечисленных методов борьбы с аудио шумами в импульсных трансформаторах разработчик должен определить наиболее подходящие для своего конкретного случая. Каждый из этих методов требует отладки под применяемую на практике технологию.

Литература

1. "Audio Noise Suppression Techniques" Application Note 24 (<http://www.powerint.com/appnotes.htm>)



ТОВ "БІС-електронік"

<http://www.bis-el.kiev.ua>, e-mail: info@bis-el.kiev.ua

Офіційний дилер продукції Power Integrations в Україні.

Тел.: (044) 490-3599, факс: 404-8992