

тановки в оборудование. Следует отметить, что неправильная установка (не по ключу) микроконтроллера в оборудование практически всегда уничтожает программируемый микрочип.

Микроконтроллеры применяются в различных типах оборудования, например, таких как приёмники монет или купюр кофейных, продуктовых автоматов и платёжных терминалов, где требуется распознавание денежных знаков по специальным признакам (метки денежных знаков заносятся в микроконтроллер), в октан-корректорах блоков зажигания бензиновой смеси в двигателях автомобилей (корректировка угла опережения зажигания нужна для более эффективного использования бензина в процессе разгона автомобиля и при замене одного типа бензина на другой тип), в игровых автоматах – для сохранения настроек их программ работы, в медицинской аппаратуре – тонометрах, измерителях сахара в крови, для получения различных световых иллюминаций и в другой аппаратуре.

УДК 621.396.69

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ РАСЧЕТА ОБМОТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ БЛОКОВ ПИТАНИЯ

Лысова А.В., Шкелко А.В.

Научный руководитель – МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.

Работа импульсного блока питания во многом зависит от того, насколько точно выполнен расчет трансформатора. Даже малейшее отличие его параметров от оптимальных для конкретного источника питания может привести к снижению КПД и ухудшению характеристик. Поэтому к расчету трансформатора следует относиться с особым вниманием.

Понятие «высокочастотный» для ферромагнитных устройств (ФМУ) является относительным. Известно, что частота существенно влияет на параметры магнитных элементов электрических цепей. Результаты этого влияния можно оценить лишь относительно какого-то базового значения частоты. Наиболее изучены свойства ФМУ при двух стандартных частотах – 50 Гц (энергетические системы) и 400 Гц (локальные цепи). Установлено, что параметры ферромагнитных устройств начинают существенно меняться при частотах 0,4–0,5 кГц и более. Поэтому ФМУ, работающие на частотах выше стандартной – 400 Гц, относят для отличия в группу высокочастотных.

Отличительными признаками силовых высокочастотных (СВЧ) ФМУ являются:

– заметное повышение потерь мощности в магнитопроводах, требующее применения качественно других, чем на частотах 50–400 Гц, ферроматериалов;

– увеличение активного, индуктивного и емкостного сопротивления обмоток, требующее учета;

– уменьшение влияния частоты на массогабаритные показатели единицы мощности ε ($\varepsilon \cong \frac{1}{f_1^{0,2}}$ против $\varepsilon \cong \frac{1}{f_1^{0,9}}$ для низких частот);

– наличие практически всегда, даже при малой мощности ФМУ, естественного теплового режима, когда расчет магнитопровода приходится вести с ограничением по нагреву;

– существенное изменение показателей, связанных с конструктивными и технологическими факторами исполнения [1].

Имеются и другие отличительные признаки СВЧ ФМУ. В целом для этих устройств свойственны: выполнение магнитопроводов преимущественно на ленточных сердечниках или ферритах; применение во многих случаях для обмоток многожильных проводников или тонкой ленты; резко возрастающая роль конструкций с развитыми поверхностями охлаждения сердечников и катушек; применение принудительного охлаждения и т. д.

Установим область существования СВЧ ФМУ, о которых далее будут вестись рассуждения, пределами параметров:

- по габаритной мощности 1–1000 кВА;
- по частоте 1–100 кГц.

Основным и обязательным критерием для расчетных значений индукции и плотности тока является допустимый перегрев обмоток и магнитопровода. Критерии ограничения тока холостого хода и потерь напряжения в обмотках теряют свой смысл, так как указанные показатели у СВЧ ФМУ всегда находятся в пределах значений, допустимых по техническим требованиям.

Предметом особых забот проектировщика СВЧ ФМУ становятся потери в стали. От магнитопровода зависят удельно-экономические и энергетические показатели всего аппарата. Для улучшения отвода тепла от магнитопровода в ряде случаев приходится применять новые решения. Усложняется вопрос выбора материала магнитопровода, так как снижение на этой основе удельных потерь в стали резко увеличивает стоимость и усложняет технологию изготовления сердечников. Использование шихтованных магнитопроводов оказывается во многих случаях нецелесообразным.

Рассмотрим основные положения инженерного проектирования СВЧ ФМУ.

Инженерное проектирование силовых высокочастотных ферромагнитных устройств можно условно разделить на следующие основные этапы:

- подготовительный, включающий проработку технического задания и последующее определение всех необходимых исходных параметров и условий для расчетов и проектирования. Обязательным для этого этапа является определение габаритной расчетной мощности P ;

- выбор конструктивного исполнения;

- расчет электромагнитных величин СВЧ ФМУ и линейных размеров его магнитопровода;

- конструктивный расчет обмоток с уточнением электротехнических параметров и технико-экономических показателей;

- решение конструкторско-технологических вопросов с учетом требований надежности, эксплуатации, простоты изготовления, эстетики и т. д. [2].

Естественно, что после изготовления и испытания СВЧ ФМУ возможны поправки к расчетным данным. Более того, их не избежать, если к создаваемым устройствам предъявить жесткие требования оптимизации. Вместе с тем излагаемый ниже порядок проектирования позволяет получить расчетные параметры СВЧ ФМУ, отличающиеся от реально возможных, не более чем на 10–15 %.

Приступим к расчету трансформатора импульсного блока питания.

Прежде всего, необходимо рассчитать (в ваттах) используемую мощность трансформатора $P_{исп} = 1,3P_n$ (P_n – мощность, потребляемая нагрузкой). Далее, задавшись габаритной мощностью $P_{габ}$, которая должна удовлетворять условию $P_{габ} \geq P_{исп}$, следует подобрать подходящий тороидальный ферритовый магнитопровод. Его параметры связаны с $P_{габ}$ соотношением:

$$P_{габ} = \frac{S_c S_o f B_{max}}{150}, \text{ Вт,}$$

где f – частота преобразования напряжения, Гц;

S_0 – площадь окна магнитопровода, см²

$$S_0 = \frac{\pi d^2}{4};$$

S_c – площадь сечения магнитопровода, см²;

$$S_c = \frac{(D-d)h}{2},$$

D и d – соответственно наружный и внутренний диаметры;

h – высота кольца, см.

Максимальное значение индукции B_{\max} (в тесла), зависит от марки феррита и может быть определено по справочнику, содержащему сведения о ферромагнитных материалах.

После этого задавшись напряжением на первичной обмотке трансформатора U_1 , находят число витков W_1 :

$$W_1 = 0,25 \cdot 10^4 \frac{U_1}{f B_{\max} S_c}.$$

Полученное значение W_1 необходимо округлять в большую сторону (во избежание насыщения сердечника магнитопровода).

Далее определяют максимальный ток (в амперах) первичной обмотки:

$$I_{1 \max} = \frac{P_H}{\eta U_1},$$

где η – КПД преобразователя (обычно 0,8).

Диаметр d_1 (в миллиметрах) провода первичной обмотки:

$$d_1 = 0,6 \sqrt{I_{1 \max}}.$$

В заключение находят число витков W_2 выходной обмотки трансформатора и диаметр ее провода d_2 :

$$W_2 = W_1 \frac{U_2}{U_1};$$

$$d_2 = 0,6 \sqrt{I_2},$$

где U_2 и I_2 – соответственно напряжение и ток вторичной обмотки [3].

Для упрощения расчета основных параметров трансформаторов, были созданы компьютерные программы. Их существует несколько видов. После введения входных параметров, программа автоматически проводит расчет.

Так программа «Расчет трансформаторов питания» для расчета однофазных и импульсных высокочастотных трансформаторов позволяет автоматизировать расчет, как однофазных, так и импульсных высокочастотных трансформаторов [4]. Программа имеет приятный интерфейс (рисунок 1) и предназначена для расчета трансформаторов однофазной сети 50 Гц – до 10 кВт, импульсных высокочастотных трансформаторов до 500 Вт. При этом количество вторичных обмоток в рассчитываемом трансформаторе может быть до 12. Все полученные вами результаты можно распечатать на принтере.

Программа «Трансформаторы индуктивности» позволяет автоматизировать расчет трансформаторов и дросселей [5]. Программа содержит множество параметров (рисунок 2), начиная от формы сердечника до температуры окружающей среды и степени насыщения сердечника. Полученные результаты также можно вывести на печать.

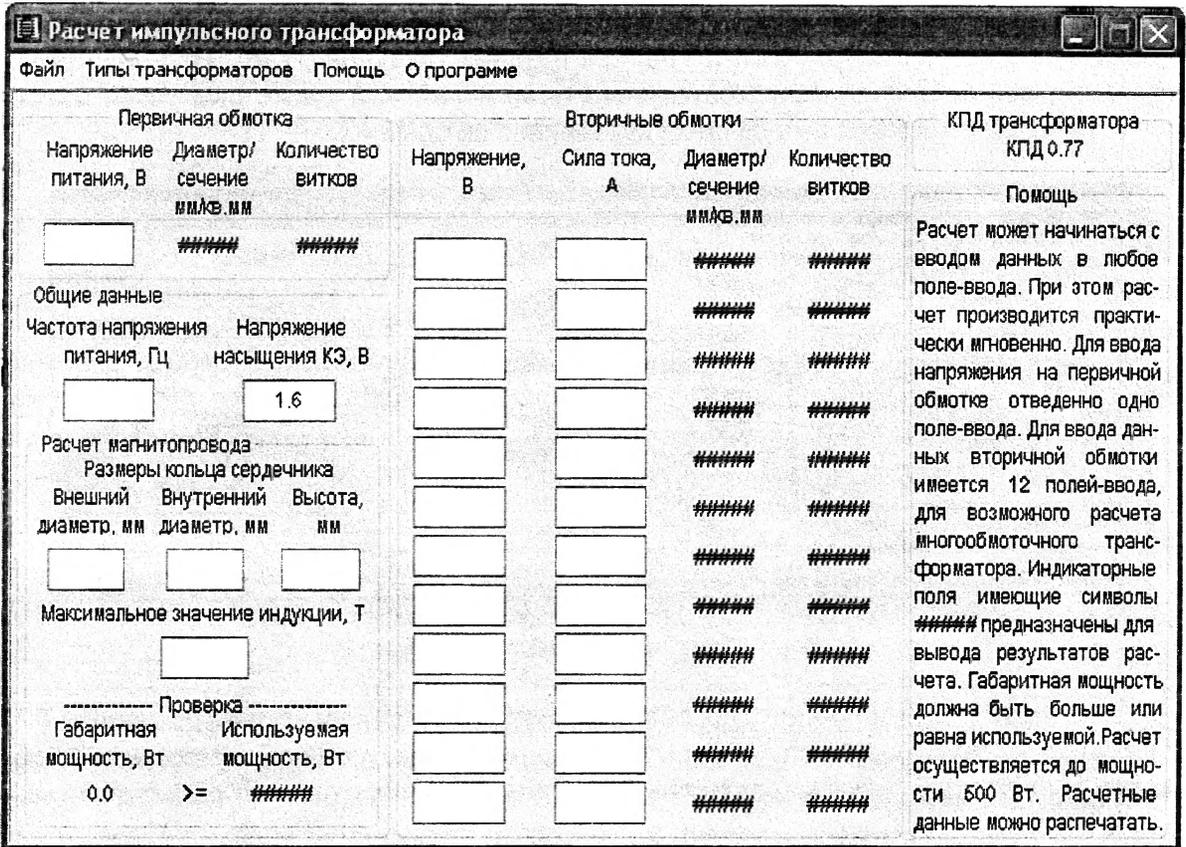


Рис. 1. Рабочее окно программы «Расчет трансформаторов питания»

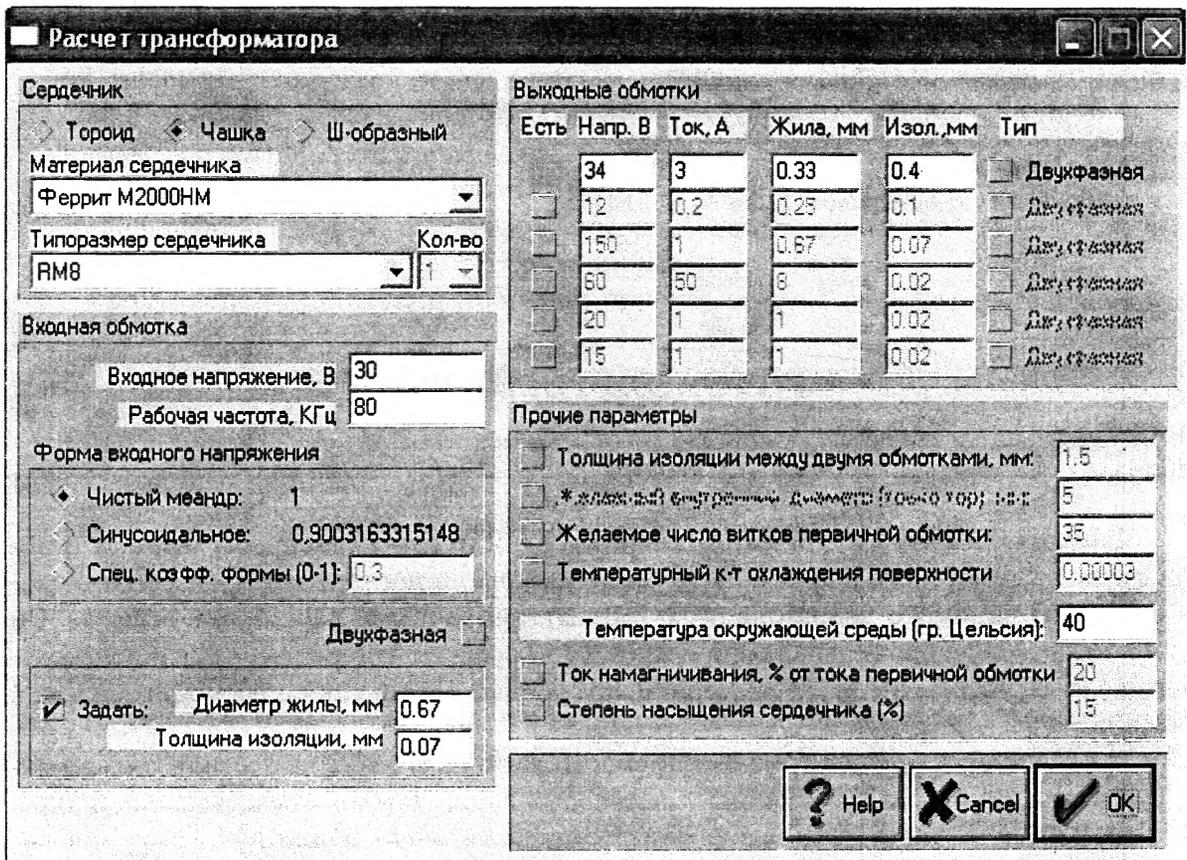


Рис. 2. Рабочее окно программы «Трансформаторы индуктивности»

Русская версия программы «Transformer 2.0.0.0», позволяет рассчитать трансформатор двухтактного импульсного источника питания (рисунок 3) [6]. При разработке методики расчета были проанализированы статьи и книги, а также был учтён многолетний опыт изготовления импульсных источников питания.

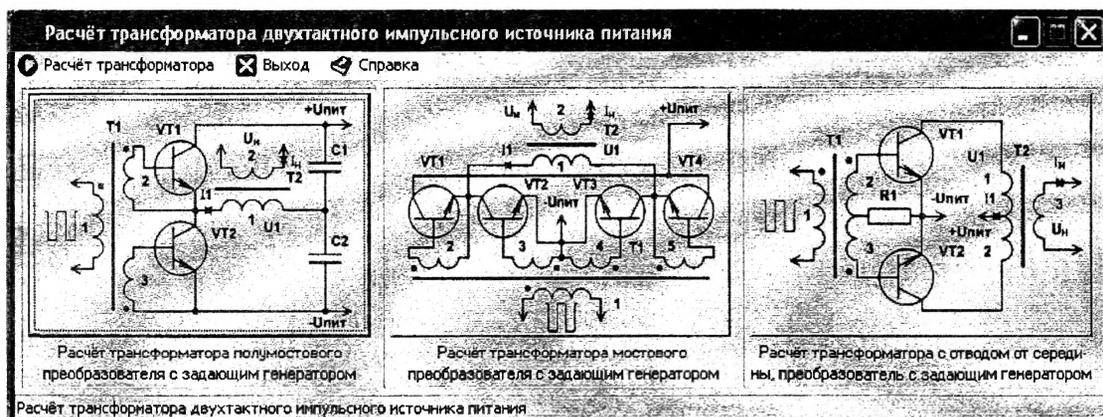


Рис. 3. Программа «Transformer 2.0.0.0»

Для подтверждения работоспособности программы по рассчитанным данным были изготовлены импульсные трансформаторы на различную мощность рассеяния и собран ряд импульсных преобразователей. Экспериментальные данные подтвердили расчётные.

Литература

1. Терещук Р., Терещук К., Седов С. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства. Справочник радиолюбителя. – Киев: Наукова думка, 1981.
2. Михайлова М., Филиппов В., Мусликов В. Магнитомягкие ферриты для радиоэлектронной аппаратуры. Справочник. – М.: Радио и связь, 1983.
3. Жучков В., Зубов О., Радутный И. Блок питания УМЗЧ // Радио. – 1987. – № 1. – С. 35–37.
4. <http://poligraf.by/soft/?sec=udt&dsec=util&s=14>.
5. http://sources.codenet.ru/download/2031/form_tr.html.
6. http://delphi.icm.edu.pl/newl/k10/s044_001.htm.

УДК 621.383.1.

ФОТОКОЛОРИМЕТРЫ

Нефёдова А.А., Королёва О.Г., Концелярчик А.И., Тамилович Т.М.
Научный руководитель – **МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.**

Фотоколориметрический метод анализа – один из самых распространенных методов физико-химического анализа, основан на измерении поглощения электромагнитного излучения видимого диапазона (400–750 нм) прозрачными растворами веществ. Он также характеризуется сравнительной простотой средств измерения и наличием большого количества реагентов, образующих окрашенные соединения с неорганическими и органическими веществами.

Количественно поглощение электромагнитного излучения веществом описывается уравнением основного закона светопоглощения (уравнением закона Бугера-Ламберта-Бэра) и уравнением закона аддитивности оптических плотностей [1]. Согласно основному закону светопоглощения, интенсивность света, прошедшего через вещество, выражается уравнением