

# ИЗМЕРЕНИЕ ЕМКОСТИ ОБМОТОК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Часнык А.Н., Бутенко Д.И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Богач Н.В.

Севастопольский национальный технический университет, Украина

E-mail: alexandr.chasnyk@gmail.com

**Аннотация** — В докладе рассмотрены особенности измерения емкости обмоток высоковольтного импульсного трансформатора. Представлено сравнение результатов измерения и моделирования.

## 1. Введение

Измерение и контроль емкости высоковольтного трансформатора является неотъемлемым этапом разработки высоковольтных импульсных преобразователей. Результаты измерений могут быть использованы для проверки расчетов, а так же для составления эквивалентной схемы и компьютерной модели трансформатора.

В работе представлены основные проблемы измерения емкости обмоток трансформатора и методы их решения.

## 2. Основная часть

Эквивалентная схема каждой обмотки трансформатора представляет собой параллельный RCL контур (см. рис. 1).

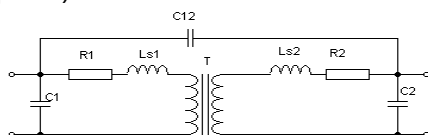


Рис. 1

Для каждой обмотки существует собственная резонансная частота, определяемая формулой

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},$$

где L — индуктивность обмотки; C — емкость обмотки. Определив резонансную частоту обмотки и ее индуктивность, можно рассчитать емкость обмотки. Данный метод называется резонансным. Он является наиболее простым и позволяет получить приемлемые результаты. Однако, при использовании данного метода для измерения обмоток импульсных высоковольтных трансформаторов с ферритовым сердечником необходимо учитывать ряд особенностей. Во-первых, ферритовые сердечники обладают нелинейной зависимостью магнитной проницаемости от величины плотности магнитного потока. Для того чтобы индуктивность обмотки не изменялась в процессе измерений, необходимо контролировать величину магнитного потока в обмотке. Во-вторых, в трансформаторе за счет магнитной связи обмоток емкость одной обмотки оказывает значительное влияние на результат измерения емкости другой магнитно связанной обмотки.

Исключить влияние данных факторов можно, если проводить измерения для обмотки отдельно, без сердечника и остальных обмоток. Как правило, обмотки высоковольтных трансформаторов наматываются на отдельных изоляционных каркасах, поэтому разделить обмотки не составляет труда.

В работе исследован импульсный трансформатор для преобразователя с выходной мощностью 1 кВт и с номинальным напряжением 8 кВ. Вторичная обмотка трансформатора содержит 418 витков провода МГТФ-0,07, расположенных в 6,6 слоях. Толщина

межслоевой изоляции 0,23 мм. Сердечник: *Ferroxcube U100/57/20*, феррит 3С90,  $L_e = 308$  мм,  $A_e = 645$  мм<sup>2</sup>,  $\mu_e = 2200$ ,  $A_l = 5500$  нГн/вит.

Для сравнения проведено два измерения АЧХ при постоянной амплитуде напряжения. Первое измерение проведено для обмотки с сердечником, но без первичной обмотки, с учетом особенностей, изложенных выше. Второе измерение — для вторичной обмотки отдельно. Результаты АЧХ двух измерений приведены на рисунке 2. Дополнительно созданы компьютерные модели в программе *ElectricWorkBench 5.12*, получены АЧХ.

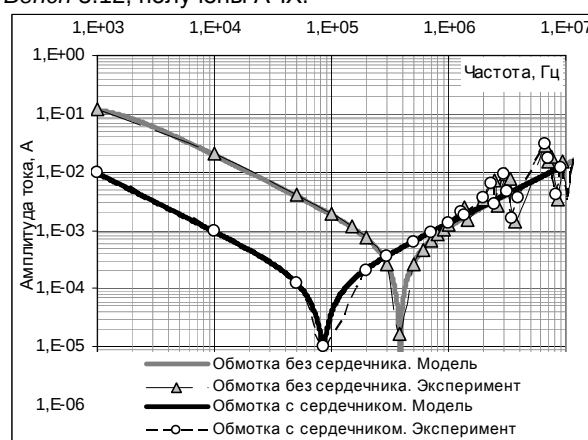


Рис. 2

По резонансным частотам рассчитаны емкости для каждого измерения, представленные в таблице 1.

Таблица 1

| Образец        | Резонансная частота, Гц | Индуктивность, Гн | Емкость, Ф |
|----------------|-------------------------|-------------------|------------|
| без сердечника | 387000                  | 8,09E-03          | 2,09E-11   |
| с сердечником  | 86000                   | 1,66E-01          | 2,06E-11   |

## 3. Заключение

По результатам, приведенным на рисунке 1, видно, что обе экспериментальные характеристики совпадают с моделью. Это позволяет сделать вывод об адекватности модельного представления и точности результатов измерения. На практике оба способа измерений позволяют получить приемлемые результаты. Измерения обмотки отдельно более простые и не требуют специальных условий проведения эксперимента.

## MEASUREMENT OF WINDING CAPACITANCE OF HIGH VOLTAGE PULSE TRANSFORMER

Chasnyk A.N., Butenko D.I.

Scientific adviser: Bogach N.V.

Sevastopol National Technical University, Ukraine

**Abstract** — Features of winding capacitance measurement of a high voltage pulse transformer were considered in this paper. Results of measurement and modeling are compared.