

О ПОВЫШЕНИИ ИНФОРМАТИВНОСТИ ИСПЫТАНИЙ
ТРАНСФОРМАТОРОВ

И. И. БРАНОВИЦКИЙ, И. Т. СКУРТУ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Большое значение для создания условий эффективного и безопасного использования электрической энергии имеет, как известно, техническое состояние электротехнического оборудования различного назначения, в том числе трансформаторов. Обеспечение надежной и долговременной работы электрооборудования в «штатном» режиме возможно лишь при проведении планомерной работы по его диагностированию. Это особенно актуально в условиях, когда ресурс указанного оборудования, эксплуатируемого в народном хозяйстве республики в значительной степени исчерпан.

Одной из наиболее часто встречающихся причин, вызывающих выход трансформаторов из строя на долгий срок является повреждение изоляции обмоток, т.е. витковые замыкания. Достаточно частыми дефектами являются также образовавшийся зазор между частями витого магнитопровода и расшихтовка пластин в шихтованном магнитопроводе, в значительной степени схожие по своему влиянию на электрические параметры трансформатора.

Как правило, работа устройств непрерывного и периодического контроля связана с измерением электрических параметров, по которым судят о состоянии диагностируемого электротехнического оборудования.

Исследования показали, что одной из достаточно информативных характеристик, отражающих состояние трансформатора, является петля, параметрически задаваемая током и напряжением первичной обмотки, которая может быть получена при испытаниях в режиме холостого хода.

На рис. 1 представлено семейство петель U_1-I_1 , параметрически задаваемых током (ось абсцисс) и напряжением (ось ординат) первичной обмотки с учетом реального сдвига фаз между ними в опыте холостого хода. В пределах данного семейства петли отличаются количеством короткозамкнутых витков у исследуемого трансформатора. Так же видно, что при данном фиксированном рабочем напряжении, петля претерпевает деформацию за счет изменения амплитуды, фазы и формы тока. На рис. 2 представлены петли $U_1 - I_1$, претерпевающие деформацию под влиянием изменяющегося по величине зазора между частями витого магнитопровода. Характер деформации петель от разных дефектов имеет свои отличительные особенности. В частности, их максимумы по оси ординат под влиянием КЗ витков смещены относительно друг друга (рис. 1), при этом все петли

пересекаются в двух точках. Этого не происходит при соответствующей деформации петель под влиянием изменяющегося зазора (рис. 2).

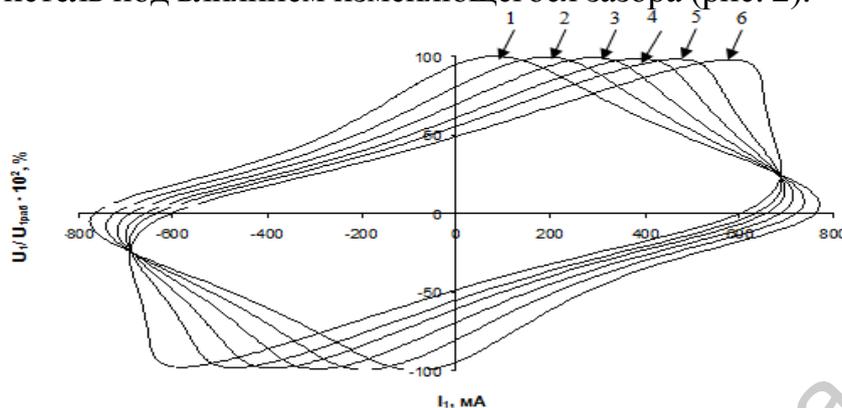


Рис. 1. Зависимости характера петли U_1-I_1 при рабочем напряжении на первичной обмотке от количества КЗ витков: 1 – без дефекта; 2 – 1 КЗ виток;; 6 – 5 КЗ витков

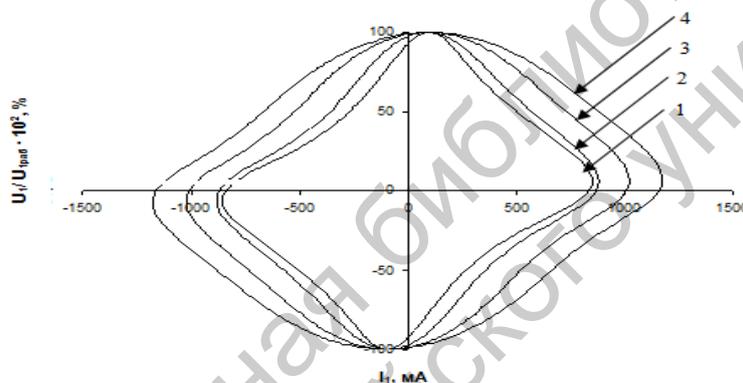


Рис. 2. Зависимость характера петли U_1-I_1 при рабочем напряжении на первичной обмотке от ширины d зазора: 1 – без дефекта; 2 – $d = 10$ мкм;; 4 – $d = 30$ мкм

Изложенные результаты, как и более широкие исследования, проведенные в работе, показывают возможность использования петель U_1-I_1 , задаваемых током и напряжением первичной обмотки в режиме холостого хода для испытания трансформаторов. При этом диагностической характеристикой может быть как форма петли в целом, так и её параметры, например, значения тока холостого хода в точке пересечения петли с осью абсцисс, сдвиг максимума (минимума) петли относительно её максимума (минимума) при отсутствии дефекта (позиция 1 на рис. 1) и др. Важно то, что различные дефекты воздействуют на петлю по-разному. Это принципиально позволяет отслеживать по характеру её деформации не только степень развития того или иного дефекта, но и идентифицировать его вид.