

©БГУИР

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Е. Н. ШНЕЙДЕРОВ, С. М. БОРОВИКОВ

The development of model of transformers reliability forecasting. This model gives more reliable results

Ключевые слова: прогнозирование, надежность, трансформатор

Оценка (прогнозирование) показателей надежности компонентов электронных устройств на этапе проектирования аппаратуры является важной задачей, потому что дает ответ на вопрос о целесообразности выбора того или иного компонента для использования его в составе электронного устройства с заданным уровнем надежности. Оценку эксплуатационной безотказности компонентов дают с использованием моделей прогнозирования. Важнейшим требованием, предъявляемым к моделям, является достоверность получаемых результатов.

В настоящее время используемые в белорусской и российской промышленности модели прогнозирования надежности трансформаторов не учитывают их конструктивные особенности и геометрические размеры. Согласно [1] эксплуатационная интенсивность отказов типового трансформатора оценивается по формуле

$$\lambda_{\text{Э}} = \lambda_{\text{Б}} K_{\text{Р}} K_{\text{Э}} K_{\text{ПР}}, \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{Б}}$ – базовая интенсивность отказов конкретного вида намоточного изделия в составе трансформаторов (оцениваемая по результатам их испытаний на безотказность); $K_{\text{Р}}$ – коэффициент, зависящий от температурного режима и изоляционных свойств используемых в трансформаторе материалов; $K_{\text{Э}}$ – коэффициент, зависящий от эксплуатационных факторов; $K_{\text{ПР}}$ – коэффициент, отражающий уровень качества изделия (вид приемки).

Формула (1) учитывает электрический режим и температуру обобщенно, не принимая во внимание конструктивные особенности трансформаторов. На основании (1) трансформаторы, имеющие различное количество обмоток либо различные геометрические размеры при прочих одинаковых параметрах имеют одинаковый прогнозный уровень надежности, что явно не соответствует действительности.

Таким образом, достоверность прогнозной оценки, выполняемой по модели (1), во многих случаях может оказаться недостаточной.

Для более достоверной оценки эксплуатационной интенсивности отказов трансформаторов предлагается использовать следующую модель:

$$\lambda_{\text{Э}} = \lambda_{\text{М}} K_{\text{Ф}} K_{\text{Э}} K_{\text{ПР}}, \quad (2)$$

где n – количество обмоток трансформатора; $\lambda_{\text{М}}$ – базовая интенсивность отказов конкретного вида моточного изделия; $K_{\text{Ф}}$ – коэффициент функционального назначения трансформатора.

Основной отличительной особенностью формул (1) и (2) является определение интенсивности отказов моточного изделия в составе трансформатора:

$$\lambda_{\text{М}} = K_{di} \left(K_{\text{Р}} \sum_{i=1}^n \lambda_{\text{Б ПР}i} L_i + 2K_t \sum_{i=1}^n \lambda_{\text{Б К}i} \right),$$

где $\lambda_{\text{Б ПР}i}$ – базовая интенсивность отказов 1 метра провода i -ой обмотки; $\lambda_{\text{Б К}i}$ – базовая интенсивность отказов заделки конца провода i -ой обмотки; $K_{\text{Р}}$ – коэффициент режима (явно учитывает тепловой и неявно – электрический режимы работы трансформатора); L_i – длина провода i -ой обмотки в метрах; K_{di} – коэффициент, зависящий от диаметра провода i -ой обмотки; K_t – коэффициент, зависящий от температуры окружающей среды.

Предложенная модель позволяет получить результаты прогнозирования эксплуатационной безотказности трансформаторов, которые неплохо согласуются с испытаниями на надежность, выполненными российскими военными научно-исследовательскими институтами и промышленными предприятиями.

Литература

1. Прытков, С.Ф. Надежность электрорадиоизделий, 2006: справочник / С.Ф.Прытков [и др.]. – М.: ФГУП «22 ЦНИИ МО РФ», 2008. – 641с.