

# АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Казанский С.В., к.т.н., доц., Яковенко А.В., магистрант  
НТУУ «КПИ», кафедра электрических сетей и систем

**Введение.** ГОСТ 14209-97 (МЭК 354-91) [1], введенный в действие 01.01.2002 г. взамен ГОСТ 14209-85, несколько изменил методику определения допустимых нагрузок силовых масляных трансформаторов общего назначения.

**Цель работы:** исследование теплового состояния силовых трансформаторов электрических сетей.

## **Материалы исследования.**

Действие обновленного стандарта распространяется на силовые масляные трансформаторы с системами охлаждения М, Д, ДЦ и Ц (по классификации МЭК, соответственно, ONAN, ONAF, OFAF и OFWF) мощностью до 100 МВА включительно, и не может быть непосредственно использован при определении допустимых нагрузок большинства силовых масляных трансформаторов электростанций и крупных подстанций, имеющих, как правило, трансформаторы мощностью 125 МВА и выше. Действие стандарта не распространяется также на трансформаторы с принудительным направленным потоком масла в обмотках.

Кроме того, изменению подверглись следующие положения.

1. Установлены дифференцированные ограничения на максимально допустимую температуру наиболее нагретой точки обмотки: 140 °С – для систематических нагрузок (перегрузок); 160 °С – для аварийных перегрузок трансформаторов 110 кВ и ниже; 140 °С – для аварийных перегрузок трансформаторов напряжением выше 110 кВ.

2. Установлены максимально возможные значения перегрузок (допустимые при определенных оговоренных условиях): 1,5 – при систематических нагрузках (перегрузках); 2 – при аварийных перегрузках.

3. В качестве температуры охлаждающей среды при определении систематических нагрузок (перегрузок) рекомендуется принимать среднее значение температуры за продолжительность рассматриваемого графика нагрузки, если при этом температура положительна и ее изменение не превышает 12 °С. Если температура охлаждающей среды за время продолжительности графика нагрузки отрицательна или ее изменения превышают 12 °С, то рекомендуется проводить ее корректировку.

4. Рекомендуется применять приближенный графический метод определения превышения температуры масла в верхних слоях над температурой охлаждающей среды и превышения температуры обмотки в наиболее нагретой точке над температурой масла в верхних слоях.

Расчетные графики изменения температуры масла и температуры наиболее нагретой точки обмотки силовых масляных трансформаторов в зависимости от изменения тока (мощности) нагрузки приведены на рис. 1.

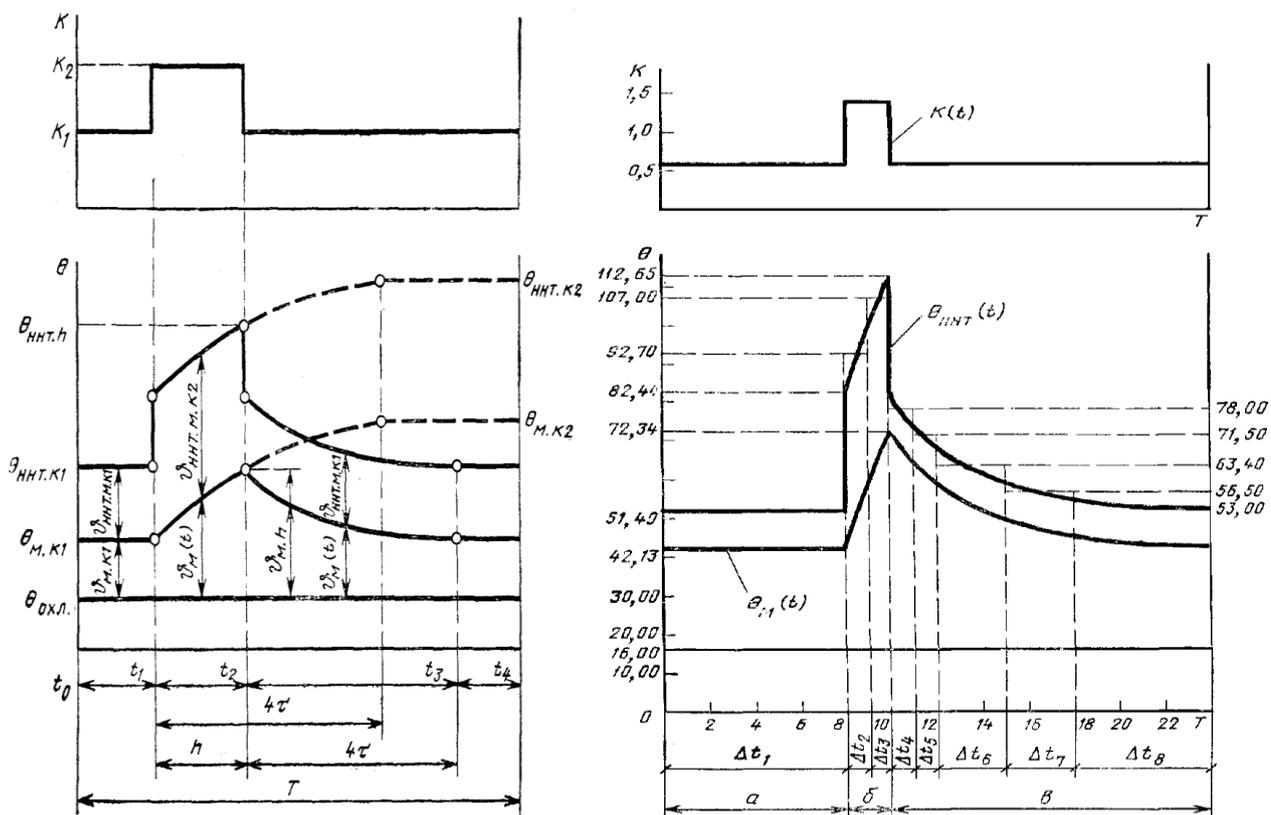


Рисунок 1 – Графики изменения температуры масла и температуры наиболее нагретой точки обмотки силовых масляных трансформаторов в зависимости от изменения тока (мощности) нагрузки

5. Рекомендуется измененная методика определения относительного износа витковой изоляции трансформаторов при аварийных перегрузках.

6. Для точного определения температуры масла и обмоток, а также относительного износа изоляции рекомендуется использование ЭВМ и предлагаются обязательные блок-схемы расчета.

7. Отмечается, что допустимые систематические нагрузки (перегрузки) не вызывают сокращения нормируемого срока службы трансформатора, поскольку износ изоляции при таких нагрузках (перегрузках) не превышает нормальный расчетный износ изоляции.

**Выводы.** Аварийные перегрузки вызывают повышенный износ изоляции, что может привести к сокращению нормируемого срока службы трансформатора в процессе эксплуатации.

#### Перечень ссылок

1. ГОСТ 14209-97 (МЭК 354-91). Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов. Дата введения 2002.01.01.

2. G. Swift. A fundamental approach to transformer thermal modeling, part I – theory and equivalent circuit / G. Swift, T. Molinski, W. Lehn. – IEEE Trans. Power Del., vol. 16, – no. 2, – pp. 171–175, apr., 2001.