

лей распределительных электрических сетей энергосистем и диаграмм потерь с учётом модификации режимных данных. Данные модели представляют собой компьютерные графические аналоги схем сетей по отдельной распределительной линии, питающей подстанции и обслуживаемому району сети в целом, и позволяют выявлять очаги коммерческих потерь электроэнергии в сетях 6–20 кВ.

В основу алгоритма программы положено графическое отображение результатов расчёта, полученных по комплексу программ БНГУ «DELTA», в виде структурно-балансовых моделей распределительной электрической сети 6–20 кВ. В случае модификации исходной информации, осуществляемой прямо на модели, выполняется динамическое переопределение параметров балансовой модели. При расчёте потерь в сетях используется следующее аналитическое выражение:

$$\Delta W_{н.л.i} = \frac{W_{pi}^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_i)}{U_{ср.э.i}^2 T} K_{\varphi_i}^2 r_{э.л.i}, \quad (1)$$

где $\Delta W_{н.л.i}$ – нагрузочные потери электроэнергии на участках i -й распределительной линии (системных и абонентских); W_{pi} – отпуск электроэнергии в схему i -й распределительной линии; $\operatorname{tg} \varphi_i$ – коэффициент мощности i -й распределительной линии; $U_{ср.э.i}$ – среднее эксплуатационное напряжение на питающих шинах; T – расчётный период; $K_{\varphi_i}^2$ – квадрат коэффициента формы графика нагрузки; $r_{э.л.i}$ – эквивалентное по потерям сопротивление сети линии.

УДК 621.3

УЧЁТ НЕЛИНЕЙНОСТИ КРИВОЙ НАМАГНИЧИВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ПРИ РАСЧЁТЕ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

А.Л. Кабаков

Научный руководитель М.А. КОРОТКЕВИЧ, д.т.н., профессор

Расчёт коммутационных перенапряжений без учёта нелинейности кривой намагничивания трансформатора приводит к преувеличенным их значениям. При отключении ненагруженных трансформаторов кривую намагничивания можно аппроксимировать полиномом с нечётными степенями [1]:

$$i_{\mu} = a_1 \Psi_{\mu} + a_3 \Psi_{\mu}^3 + \dots + a_n \Psi_{\mu}^n; \quad (1)$$

где i_{μ} – ток намагничивания трансформатора; $a_1 \dots a_n$ – коэффициенты аппроксимации; Ψ_{μ} – основное потокоцепление. Причём наибольшее значение n для высоковольтных силовых трансформаторов и автотрансформаторов лежит в пределах от 5 до 13.

Из (1) следует, что эквивалентная по энергии индуктивность трансформатора с учётом насыщения стали равна:

$$L_{\mu\sigma} = \frac{2L_{\mu}}{n+1}, \quad (2)$$

где L_{μ} – индуктивность шунта намагничивания, найденная по номинальным параметрам:

$$L_{\mu} = \frac{U_{ном}^2}{i_{xx}^* \omega S_{ном}} = \frac{\Psi_{ном}}{I_{\mu ном}}, \quad (3)$$

где i_{xx}^* – ток холостого хода в относительных единицах; $U_{ном}$, $S_{ном}$ – номинальное напряжение и трёхфазная мощность трансформатора; ω – угловая частота.

Проведенные расчёты перенапряжений при отключениях трансформаторов напряжением 10 кВ выявили, что учёт нелинейности может снижать максимальную кратность перенапряжений на 40 % и, следовательно, её влиянием при расчёте коммутационных перенапряжений нельзя пренебречь. Полученные максимальные кратности, не превышающие в большинстве случаев 4, вообще говоря, не представляют большой опасности для изоляции трансформатора 10 кВ. Однако, частое повторение таких перенапряжений оказывается нежелательным из-за кумулятивного эффекта, характерного для внутренней изоляции.

Литература

1. Коммутационные перенапряжения в энергосистемах: Учеб. пособие / Костенко М.В., Богатенков И.М., Михайлов Ф.Х. ЛГТУ. Л., 1990, 101 с.

УДК 621.311.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИ ОДНОФАЗНОМ ЗАМЫКАНИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Д.В. Кублицкий

Научный руководитель **Е.В. КАЛЕНТИОНОК**, к.т.н., доцент

Для определения расстояния до места повреждения при однофазном замыкании на землю с питающей подстанции предлагаем сле-