

электростанциях в качестве первичных двигателей используются, как правило, дизели. Дизелем называется двигатель внутреннего сгорания, у которого топливо воспламеняется благодаря высокой температуре сжатого воздуха. Широкому распространению дизелей способствует их достаточная надежность, быстрый и безотказный пуск, существенное улучшение их экономичности, достигнутое за последние годы, а также то, что в настоящее время дизели большой и средней мощности могут работать на тяжелом топливе, стоимость которого значительно ниже, чем обычного дизельного топлива.

В стационарной энергетике, дизельные электростанции могут строиться большой мощности не только для покрытия пиковых нагрузок, но и для работы в качестве базисных.

УДК 621.316.925

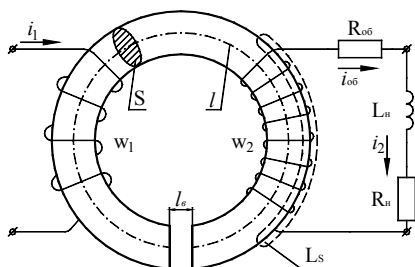
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДИНОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА

М.А. Недабой

Научный руководитель А.П. ТОМКЕВИЧ

Электромагнитные трансформаторы тока (ТТ) обычного исполнения широко используются в энергосистемах в качестве преобразователей тока для питания измерительных цепей устройств релейной защиты (РЗ). В зависимости от режима работы ТТ и необходимой точности результата исследования процессов в ТТ и токовых цепях устройств РЗ могут быть выполнены расчетными методами и методами моделирования. К первым относятся: аналитические, графические и графоаналитические методы. Ко вторым – физическое и математическое моделирование. Достоинство метода математического моделирования состоит в том, что он позволяет описать реально существующие физические процессы в ТТ и токовых цепях устройств РЗ.

Исходными данными для математической модели являются конструктивные параметры ТТ: сечение стали сердечника (S) и его длина



(l), марка стали сердечника, наличие в сердечнике немагнитного зазора (l_B), количество витков и сопротивления первичной (w_1) и вторичной ($w_2, R_{об}$) обмоток, параметры вторичной нагрузки (R_H, L_H) и закон изменения первичного тока.

Математическое описание ТТ [1] включает зависимость первичного тока i_1 от времени $t(1)$, дифференциальное уравнение равновесия между э.д.с. вторичной обмотки и падениями напряжения в замкнутом контуре вторичной обмотки (2), уравнение м.д.с. в магнитопроводе ТТ (3) и уравнение, аппроксимирующее характеристику намагничивания сердечника (4).

Приведенную модель одиночного ТТ можно использовать в процессе наладки, профилактического контроля и восстановления устройств РЗ посредством испытательной установки реле-томограф; для получения моделей трехфазных групп ТТ, соединенных по различным схемам; оценки погрешности работы ТТ в переходных режимах КЗ; как составную часть комплекса программных средств для выявления короткозамкнутых витков ТТ, посредством снятия его вольтамперной характеристики [2].

$$\left\{ \begin{array}{l} i_1 = \sqrt{2}I_1 \sin(\omega t + \alpha_1) + Ie^{-\frac{t}{T}} + \sqrt{2}I_n \sin(n\omega t + \alpha_n)e^{-\frac{t}{T_n}}; \\ w_2 S \frac{dB}{dt} = R_{o\sigma} i_{o\sigma} + L_S \frac{di_{o\sigma}}{dt} + R_H i_2 + L_H \frac{di_2}{dt}, \quad i_{o\sigma} = i_2; \\ w_1 i_1 - w_2 i_{o\sigma} = IH + \frac{l_B}{\mu_0} B; \\ H = f(B). \end{array} \right.$$

Одним из недостатков рассмотренной модели является наличие в ней индуктивности рассеяния (L_S), учитывающей неравномерность намотки обмотки на магнитопровод [3]. Лишь в случае тороидального сердечника эту величину можно считать близкой к нулю. В остальных случаях величину этого параметра определить достаточно трудоемко. Актуальным является вопрос построения математической модели ТТ без использования индуктивности рассеяния.

Результаты расчетов в значительной степени зависят от качества аппроксимации характеристики намагничивания стали магнитопровода [4]. Желательно применять аппроксимацию, учитывающую гистерезис характеристики намагничивания.

Литература

1. Сопьяник В.Х. Расчет и анализ переходных и установившихся процессов в трансформаторах тока и токовых цепях устройств релейной защиты. – Мн.: БГУ, 2000. – 143 с.
2. Власов А.И., Глушенок Е.А., Радюк В.Л., Сопьяник В.Х. Методика снятия и расчета вольт-амперных характеристик намагничивания трансформаторов тока на основе цифровых технологий // Энергетика... (Изв. ВУЗов). – 2003. – № 5. – С. 5–10.

3. Зихерман М.Х. Об электромагнитном рассеянии обмоток трансформатора // Электричество. – 1983. – № 9. – С. 60–63.

4. Жук Е.М., Сопьяник В.Х. Расчет и анализ на ПЭВМ процессов в трансформаторах тока с учетом их характеристик намагничивания и вторичных нагрузок // Энергетика... (Изв. ВУЗов). – 2001. – № 5. – С. 23–29.

УДК 621.315

ВОПРОСЫ ДИНАМИКИ ГИБКИХ ПРОВОДОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ, ВЕТРА И ГОЛОЛЕДА

Е.А. Дерюгина, А.П. Андрукевич, В.А. Дормаш

Научный руководитель П.И. КЛИМКОВИЧ

Работа посвящена исследованию динамики токоведущих конструкций с гибкими проводами в режиме короткого замыкания (КЗ), а также при воздействии ветра и гололеда.

Динамика гибких проводов при КЗ характеризуется сближением и даже схлестыванием соседних фаз. Второй неблагоприятный фактор электродинамического действия тока КЗ проявляется в виде динамических нагрузок в проводах, гирляндах изоляторов и других элементах распределительного устройства и воздушных линий.

Актуальность проблемы обусловлена непрерывным ростом уровней токов КЗ. В минской зоне белорусской энергосистемы токи КЗ на стороне 110 кВ уже достигли 45 кА. Дальнейший рост уровней токов КЗ ожидается в сетях 330–750 кВ. Проблема динамики гибких проводов особенно актуальна для закрытых распределительных устройств на 110 кВ с уменьшением междуфазных расстояний, сооружение которых в Республике Беларусь приобрело широкий размах.

Исследованию динамики гибких проводов уделяется большое внимание за рубежом.

Более общей по сравнению с проблемой динамики гибких проводов при КЗ является проблема их субколебаний и пляски под воздействием ветра и гололеда. Она актуальна для воздушных линий (ВЛ) различных классов напряжения и снижает надежность их работы.

В настоящее время отсутствует общее решение комплексной проблемы предотвращения пляски проводов, покрытых неравномерным гололедом, под воздействием ветра. Пляска характеризуется большими амплитудами колебаний.

Также существует проблема вибрации гибких проводов токоведущих конструкций. Она актуальна для ВЛ различных классов напряжения и приводит к повышенному износу проводов.