

помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях.

Воздушные линии (ВЛ) электропередачи напряжением 10 кВ с защищенными проводами имеют ряд преимуществ по сравнению с ВЛ 10 кВ с неизолированными проводами, в том числе: уменьшается расстояние между проводами на опоре и в пролете линии; исключается возможность коротких замыканий между проводами фаз при их схлестывании, а также из-за падений деревьев или веток деревьев на провода; снижается вероятность замыкания проводов на землю; обеспечивается меньшая удельная механическая нагрузка от гололеда на провода вследствие того, что налипание снега и гололеда в меньшей мере имеет место на гладкой поверхности изоляции, чем на поверхности голого провода, а также благодаря большему диаметру провода (на две толщины изолирующего покрытия).

Литература:

1. Короткевич М. А. Монтаж электрических сетей: Учебное пособие/ М. А. Короткевич. – Минск.: Выш. шк., 2012. – 511 с.

2. СТП 09110.21.171-02. Правила устройства опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением 10 кВ с проводами, покрытыми защитной оболочкой. Технические требования. – Введ. 28.10.2002 г. приказом концерна Белэнерго №71. – Минск: РУП “БелТЭИ”, 2002. – 47 с.

УДК 621.311

Совершенствование метода выбора номинальной мощности силовых трансформаторов

Дуль И.И., Фурсанов М.И.

Белорусский национальный технический университет

Существующие методы выбора номинальной мощности трансформаторов, являются достаточно грубыми и представляют собой упрощение метода определения допустимых нагрузок трансформаторов без выполнения расчетов тепловых переходных процессов.

Необходимость выполнения расчетов тепловых переходных процессов в трансформаторе при определении допустимых нагрузок обусловлена явлением снижения прочности изоляции трансформатора при повышении температуры его элементов. Снижение электрической прочности изоляции вызвано выделением пузырьков газа в местах с высокой электростатической напряженностью, т.е. в обмотках или соединениях трансформатора. В бумажной изоляции трансформаторов пузырьки газа начинают выделяться при повышении температуры. Чем выше

температура обмоток или масла трансформатора, тем выше вероятность его отказа. Таким образом, требования о допустимости любого режима работы трансформатора наиболее точно могут быть выражены в виде допустимых температур некоторых точек в трансформаторе.

В настоящее время допустимые нагрузки трансформаторов нормируются в ГОСТ 14209-85. ГОСТ 14209-85 регламентирует:

- допустимое значение температуры масла в верхних слоях;
- допустимое значение температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора.

Температура верхних слоев масла и наиболее нагретой точки обмотки трансформатора зависит от системы охлаждения трансформатора, температуры охлаждающей среды, графика нагрузки, а также предшествующих режимов.

Выводы:

Автоматизированный метод выбора номинальной мощности трансформаторов на основе расчетов тепловых переходных процессов может наиболее точно учесть предстоящие условия эксплуатации.

Необходимость выполнения сложных вычислений в настоящее время не может быть причиной для выполнения грубых расчетов при выборе номинальной мощности трансформаторов, особенно в виду их высокой стоимости по отношению к общей стоимости подстанции.

УДК 621.311

Повышение точности дистанционного определения расстояния до места повреждения в воздушных электрических сетях напряжением 6-35 кВ

Зеленков В.И.

Белорусский национальный технический университет

В распределительных электрических сетях 6-35 кВ самыми частыми повреждениями являются однофазные замыкания, локализация которых требует более высокую точность определения зоны и расстояний до мест различных повреждений для более стабильной и надёжной работы сети в целом. Бурное развитие релейной защиты и автоматики на микропроцессорной базе даёт возможность фиксировать любые необходимые параметры нормального и аварийного режимов распределительной сети. Поэтому актуально применение метода на основе фиксации параметров аварийного режима для повышения точности дистанционного определения расстояний до мест однофазных замыканий. Основным критерием оценки данного метода будет являться относительная погрешность определения расстояния до места

повреждения и как следствие снижение вероятной зоны поиска. В общем виде относительное расстояние от подстанции до места замыкания для линии с m ответвлениями определяется по формуле:

$$n = \frac{U'' - U' + z\ddot{e} \cdot \left(I'' + aI_{\hat{1}} \delta \hat{a}\ddot{e}1 + \dots + (a + \dots + m)I_{\hat{1}} \delta \hat{a}\ddot{e}n \right)}{z\ddot{e} \cdot \left(I' + I'' + I_{\hat{1}} \delta \hat{a}\ddot{e}1 + \dots + I_{\hat{1}} \delta \hat{a}\ddot{e}n \right)}, \quad (1)$$

где $\hat{a} = l_1/L$ - доля длины участка l_1 от полной длины линии, км;

$m = l_{n-1}/L$ - доля длины участка l_{n-1} от полной длины линии, км.

Выражение (1) действительно для схем нулевой и обратной последовательностей. Расстояние до места повреждения определяется по формуле:

$$l_x = n \cdot L \quad (2).$$

Доверительный интервал:

$$M - \frac{t_\gamma \cdot \sigma}{\sqrt{k}} < l_x < M + \frac{t_\gamma \cdot \sigma}{\sqrt{k}} \quad (3).$$

Проведённые расчёты для разных точек замыканий показали, что в долевом отношении зона обхода линии от суммарной её длины будет варьироваться от 7,2% до 16% для случая кратковременного подключения в нейтрали низкоомного сопротивления $R \approx 50$ Ом (при надёжности 0,95).

УДК 621.311

Математическая модель синхронной машины с автоматическим регулированием возбуждения сильного действия

Золотой А.А., Кунцевич А.И.

Белорусский национальный технический университет

Линеаризованная система дифференциальных уравнений синхронной машины на основе упрощенных уравнений Парка – Горева записывается в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} x_{q\sigma} \Delta i_q &= U_c \cos \theta_0 \Delta \theta; \\ \Delta E_q + x_{d\sigma} \Delta i_d &= -U_c \sin \theta_0 \Delta \theta; \\ pT_{d0} (x_d - x'_d) \Delta i_d + (1 + pT_{d0}) \Delta E_q &= \Delta U_f; \\ H_j p^2 \Delta \theta + Dp \Delta \theta + \frac{\partial P}{\partial \theta} \Delta \theta + \frac{\partial P}{\partial E_q} \Delta E_q &= P_\delta; \\ H_j &= T_j / \omega_0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$