

($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$), а для трансформаторов с системой охлаждения OF – до ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$). При более высоких температурах проектная кратность допустимой перегрузки ведет к переоценке пропускной способности.

Представляется целесообразным уточнение допустимой кратности перегрузки $K_2 = 1,4$ при выборе трансформаторов на стадии проектирования с учетом климатических условий местности, где предполагается установка трансформаторов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Мазурек Ю.А., м.т.н., Калентионюк Е.В., к.т.н., доцент
*УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, РБ*

Опыт эксплуатации сельских электрических сетей показывает, что большая часть времени на восстановление электроснабжения потребителей уходит на отыскание места повреждения. [1]

Ускорить этот процесс можно с помощью дистанционных методов и средств определения расстояния до места повреждения в распределительных электрических сетях.

Дальнейшим развитием параметрических методов является использование фиксирующих индикаторов сопротивления. В этом случае расстояние места междуфазного короткого замыкания (КЗ) определяется по формуле [3]:

$$l = \frac{U \sin \varphi}{I x_{01}},$$

где $U = U_{\phi 1} - U_{\phi 2}$ – разность напряжений поврежденных фаз;
 $I = I_{\phi 1} - I_{\phi 2}$ – разность токов поврежденных фаз; φ – угол сдвига между U и I ; x_{01} – удельное индуктивное сопротивление прямой последовательности.

Однако, при расчетном определении расстояния до места междуфазного повреждения по указанной формуле возможны значительные погрешности относительно фактических расстояний до места КЗ. [2]

Одним из наиболее перспективных дистанционных методов определения места повреждения в распределительной сети с односторонним питанием является метод, использующий в качестве исходной информации мгновенные значения параметров аварийного режима.

При многофазном повреждении для любого момента времени справедливо уравнение [3]:

$$U_{AB} = U_B - U_{A2} = lL \frac{di_{AB}}{dt} + lr i_{AB} + R_{\Pi} i_{AB},$$

где $U_{AB} = U_B - U_{A2}$ – мгновенное значение междуфазного (линейного) напряжения; $i_{AB} = I_B - I_{A2}$ – мгновенное значение тока со стороны линии, где производится измерение; L и r – погонные индуктивность и активное сопротивление единицы длины системы «провод–провод» (прямой последовательности в расчете на два провода); R_{Π} – переходное сопротивление.

Определение места повреждения с использованием уравнения (2) возможно в различных вариантах.

Измеряя производную $\frac{di_{AB}}{dt}$ и напряжение U_{AB} для момента времени $i_{AB} = 0$, расстояние до места многофазного повреждения определяется по формуле [3]:

$$l = \frac{U_{AB} \sin \varphi}{L \frac{di_{AB}}{dt}}.$$

Измеряя ток i_{AB} , его производную $\frac{di_{AB}}{dt}$ и напряжение U_{AB} для двух произвольных моментов времени t_1 и t_2 , расстояние до места многофазного повреждения определяется по формуле [3]:

$$l = \frac{U_{AB1} i_{AB2} - U_{AB2} i_{AB1}}{L \left[\frac{di_{AB1}}{dt} i_{AB2} - \frac{di_{AB2}}{dt} i_{AB1} \right]}.$$

Для увеличения точности расчета предлагается производить замер необходимых величин в несколько произвольных моментов времени $t_1 \dots t_n$.

Во всех вариантах единственным необходимым параметром линии является индуктивность L .

Для исследования влияния основных факторов появления погрешности при определении расстояния до места КЗ использова-

лась модель существующей распределительной сети номинальным напряжением 10 кВ. Аварийные режимы исследовались с помощью системы динамического моделирования Simulink, которая является составной частью программного комплекса Matlab [4].

Повреждения моделировались в различных точках электрической сети при различных величинах переходного сопротивления в месте повреждения, которое принималось равным от нуля (металлическое замыкание) до 10 Ом.

В ходе вычислительного эксперимента фиксировались мгновенные значения токов и напряжений в различные моменты времени после повреждения до отключения линии защитой. На основе данной информации определялось расчетное место повреждения.

По результатам расчета можно отметить, что величина погрешности не превышает 15% (погрешность объясняется неточностью работы первичных преобразователей в первые моменты КЗ, величиной переходного сопротивления, сложная конфигурация электрической распределительной сети и др.).

Литература

1. Шалыт, Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях [Текст] / Г.М. Шалыт. – М. : Энергоатомиздат, 1982. – 312 с.
2. Аржанников, Е.А. Методы и приборы определения места короткого замыкания на линии: учеб. пособие / Е.А. Аржанников, А.М. Чухин. – Иваново: ИГЭУ, 1998. – 74 с.
3. Айзенфельд, А.И. Определение мест короткого замыкания на линиях с ответвлениями / А.И. Айзенфельд, Г.М. Шалыт. – М. : Энергия, 1977. – 208 с.
4. Дьяконов, В.П. MATLAB и Simulink в электроэнергетике: Справочник / В.П. Дьяконов, А.А. Пеньков. – М. : Телеком, 2009. – 816 с.

ДЕЛИТЕЛЬНАЯ АВТОМАТИКА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АПК С СОБСТВЕННЫМИ ГЕНЕРИРУЮЩИМИ УСТАНОВКАМИ

Филипчик Ю.Д.

НИИПИ РУП «Белэнергосетьпроект», г. Минск, РБ

В настоящее время в энергосистеме Республики Беларусь широкое применение на промышленных предприятиях, предприятиях