

УДК 621.31.7

УМНЫЕ ОПОРЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Жукович Я.В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Фурсанов М. И

Отличительной особенностью интеллектуальной электрической сети является непрерывное контролирование состояния воздушных линий электропередачи. Для этого наиболее опасные участки линий предполагается выполнять на «умных» опорах, которые оснащены информационно-измерительной аппаратурой, необходимой для обнаружения предаварийных режимов.

В состав предлагаемого информационно-измерительного оснащения «умной» опоры входят: накладной датчик температуры поверхности проводника 1, волоконно-оптический датчик тяжения провода 2, портативная погодная станция 3 для измерений давления, температуры, влажности окружающей среды и величины ветрового воздействия, датчик магнитного поля 4, а также блок обработки и передачи измерительной информации 5 на ЭВМ диспетчерского пункта 6. [1,14]

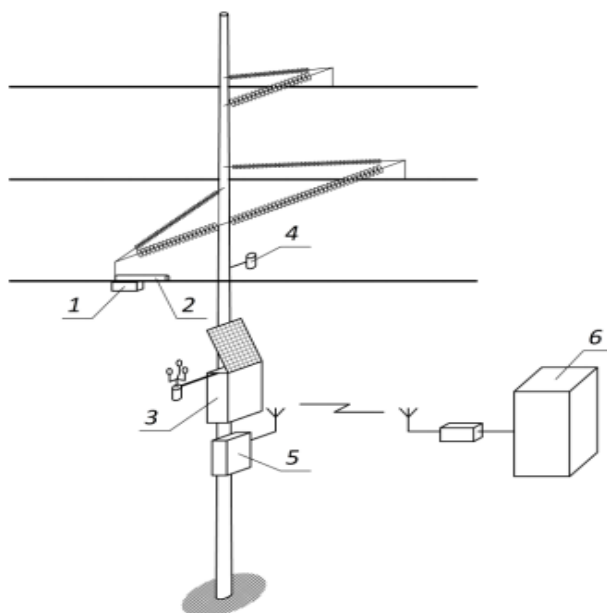


Рисунок 1 – Опора ЛЭП интеллектуальной электросети

Идентификация перегрузки.

Для оценки пропускной способности воздушных линий по нагреву успешно используется технология СТМ, которая подразумевает выполнение серии метеорологических измерений в совокупности с непрерывным контролем температуры поверхности провода. Согласно модели СТМ допустимая токовая нагрузка I , А, в текущих условиях окружающей среды определяется выражением:

$$I = \sqrt{\frac{S}{R} \left[\frac{0,443 \sqrt{p \cdot v}}{(T_{air} - 272,15)^{0,123} \cdot \sqrt{d}} (T_c - T_{air}) + 36,8 \cdot 10^{-8} E (T_c^4 - T_{air}^4) \right]}, \quad (1)$$

где S – площадь поверхности проводника, м²

R – активное сопротивление, Ом;

p – атмосферное давление, Па;

v – скорость ветра, м/с;

d – диаметр провода, мм;

T_{air} – температура воздуха, °С;

T_c – температура поверхности провода, °С;

E – константа излучения (0,5 для поверхности провода). [2,98]

Распознавание начала процесса гололёдообразования.

Для этой цели используется термодинамический способ диагностики обледенения ЛЭП, заключающийся в анализе метеорологических условий. Данный способ диагностики подразумевает вычисление значений точек росы T_a и десублимации T_i . Гололёдообразование невозможно, если температура поверхности провода T_c больше 0 °С или же, если значение T_c превышает величины точек росы T_a и десублимации T_i .

Определение веса гололёдных отложений.

Введение в конструкцию «умной» опоры волоконно-оптического датчика деформации (ВОДД) позволяет с высокой точностью определять величину тяжения σ , Н/мм², испытываемого проводом в текущих условиях ветрового воздействия и температурного режима. Величина удельной нагрузки на провод γ , Н/(м·мм²), может быть найдена из уравнения состояния провода.

$$\gamma = \frac{10^{-3}}{1,6 \cdot F} \sqrt{[C_x v^2 (d+b) \sin^2 \varphi]^2 + 1,6 [G + \pi b (d+b) \rho g]^2}, \quad (2)$$

где F – фактическое сечение провода, мм²;

C_x – коэффициент лобового сопротивления провода, покрытого гололёдом (1,2);

φ – угол между направлением ветра и осью ЛЭП, рад;

b – толщина гололёдной муфты, мм;

G – вес 1 км провода,

H ; ρ – плотность гололёдных отложений (900 кг/м³);

g – ускорение свободного падения (9,8 м/с²). [2,112]

Решив уравнение (2) относительно величины b методом итерационного приближения, можно определить толщину гололёдной муфты на проводах ЛЭП. Это значение позволит судить о весе отложений и интенсивности обледенения линии.

Прогнозирование развития предаварийных режимов сводится к прогнозированию параметров метеорологических условий. Для этой цели перспективным выглядит использование искусственных нейронных сетей (ИНС) [3], воспроизводящих способность биологических систем к обучению и обобщению накопленных знаний. В случае задачи экстраполяции измерительных данных выборка обучающих примеров формируется с помощью метода «скользящих окон». Согласно данному методу выбирается временной интервал t_1 - t_n , затем в качестве x_1 задаётся значение интересующего параметра в момент времени t_1 , x_2 – при t_2 и т. д. до x_n . В качестве желаемого выхода сети принимаются значения параметра x в интервале t_{n+1} - t_{n+m} , где m – период прогноза. Таким образом будет сформирован первый обучающий пример, для формирования второго примера «окно» сдвигается по номограмме изменения параметра x на одну позицию вправо, после чего выполняются аналогичные операции. [4,1]

Заключение

Использование «умных» опор воздушных ЛЭП позволит повысить надёжность распределительных и транзитных линий 110-750 кВ, что станет важным шагом на пути реализации концепции интеллектуальной электросети. Отслеживание и прогнозирование параметров, определяющих температурный режим линейных проводов, сделает возможным заблаговременно определять тенденцию к возникновению аварийных ситуаций и принимать упреждающие меры по их недопущению.

Литература

1. Белявский А.В., Желонкин А.В. удущее – за интеллектуальными электросетями // Энергетика Татарстана. – 2010. – № 3. – С. 13-21.
2. Крюков К.П., Новгородцев .П. Конструкции и механический растёт линий электропередачи. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергия, Ленингр. отд-ние, 1979. – 312 с.
3. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2008. – 176 с.