

## К ВОПРОСУ УСТАНОВЛЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ РАСЧЕТЕ ПОТЕРЬ НА КОРОНУ

Исследования потерь на корону [1,2,3], связанные с освоением линий электропередачи высоких напряжений для одиночных и расщепленных проводов с двумя и тремя составляющими в фазе позволяют обобщить и выявить основные закономерности.

При обобщении данных по потерям на корону возможны два подхода:

- Увеличение потерь за счет различных осадков учитывается только группой погоды (при хорошей погоде, дожде, сухом снеге, мокром изморози), а начальная напряженность поля ( $E_0$ ) или начальное напряжение ( $U_0$ ) принимается неизменной, т.е. такой же, как и при хорошей погоде, хотя современные измерения показывают [2,3], что осадки приводят к снижению начального напряжения короны, к сдвигу кривых потерь  $P = f(U)$  в сторону меньших значений  $U$  (или  $E_m$ ) и к изменению наклона этих кривых.

- Учитывается не только группа погоды, но и изменение начального напряжения (начальной напряженности поля ( $E_0$ ) и наклона кривых  $P = f(U)$ ; вводится коэффициент погоды  $m_i = E_{0i} / E_0$ .

Для обобщения выбирается две системы координат:

$$\frac{P}{\varepsilon_0 f U_0^2} = \varphi_1 \left( \frac{U}{U_0} \right); \quad (1)$$

$$\frac{P}{n^2 R_0^2} = \varphi_2 \left( \frac{\bar{E}}{E'_0} \right). \quad (2)$$

В (1)  $U_0$  вычисляется по следующему выражению:

$$U_0 = \sqrt{2\pi\varepsilon_0} \frac{R_0 n m E_0 (R_0)}{\left[ 1 + 2(n-1) \frac{R_0}{d} \sin \frac{\pi}{n} \right] C}, \quad (3)$$

где  $\varepsilon_0$  – диэлектрическая проницаемость воздуха;  $C$  – емкость фазы в пФ/м;  $R_0$  – радиус провода в см;  $n$  – число составляющих проводов в фазе;  $d$  – шаг расщепления в см;  $m = 0,82$  – коэффициент негладкости витого провода;  $E_0 (R_0)$  – начальная напряженность соответствующего гладкого провода:

$$E_0(R_0) = 24,5 \left( 1 + \frac{0,613}{R_0^{0,4}} \right) \text{ кВ/см}. \quad (4)$$

В формуле (2)

$$\bar{E} = \frac{1}{\pi\sqrt{2\varepsilon_0}} \cdot \frac{C U_{\Phi}}{n R_0} = 0,0255 \frac{C U_{\Phi}}{n R_0} \text{ кВ/см}, \quad (5)$$

$$E'_0 = 30,3 \left( 1 + \frac{0,3}{\sqrt{R_0}} \right) \text{ кВ/см}. \quad (6)$$

В таблицах 1,2 приведены результаты средних обобщенных опытных данных о потерях на корону, полученные в формах (1), (2) для пяти групп погоды: хорошая погода, дождь, сухой снег, мокрый снег, изморозь. Для упрощения расчетов обобщенные характеристики вычислялись не в безразмерной форме (1), а в форме  $P / f U_0^2$ . В этом случае  $\varphi_1$  имеет размерность  $\varepsilon_0$ ,  $P$  – кВт/км;  $f$  – гц,  $U_0$  – кВ (фазное действующее значение) [1].

Используя интерполяционную формулу Лагранжа для средних опытных обобщенных данных, получим аналитические выражения зависимостей (1), (2) для пяти групп погоды.

Расчет усредненных величин для всех групп погоды как в форме (1), так и в форме (2), показали, что они весьма близко совпадают, а также отдельно для проводов с одним и тем же числом составляющих в фазе ( $n = 1, 2, 3$  и  $4$ ) показали, что в выполненных обобщенных параметр  $n$  не проявляется. Эти свойство также указывает на правомерность указанных обобщений.

Табл. 1

$X = \frac{U}{U_0}$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Группы погоды
$Y = \frac{P}{fU_0^2}$	$10 \cdot 10^{-9}$	$25 \cdot 10^{-9}$	$60 \cdot 10^{-9}$	$40 \cdot 10^{-9}$	$350 \cdot 10^{-9}$	Хорошая погода
	$25 \cdot 10^{-9}$	$60 \cdot 10^{-9}$	$140 \cdot 10^{-9}$	$400 \cdot 10^{-9}$	$1400 \cdot 10^{-9}$	Сухой снег
	$55 \cdot 10^{-9}$	$180 \cdot 10^{-9}$	$600 \cdot 10^{-9}$	$1750 \cdot 10^{-9}$	$3750 \cdot 10^{-9}$	Дождь
	$120 \cdot 10^{-9}$	$275 \cdot 10^{-9}$	$700 \cdot 10^{-9}$	$2000 \cdot 10^{-9}$	$5000 \cdot 10^{-9}$	Мокрый снег
	$350 \cdot 10^{-9}$	$1000 \cdot 10^{-9}$	$2500 \cdot 10^{-9}$	$5000 \cdot 10^{-9}$	$10000 \cdot 10^{-9}$	Изморозь

Табл. 2

$X = \frac{\bar{E}}{E_0}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	Группы погоды
$Y = \frac{P}{n^2 R_0^2}$	0,002	0,007	0,018	0,045	0,120	Хорошая погода
	0,006	0,018	0,050	0,140	0,500	Сухой снег
	0,012	0,048	0,1925	0,520	2,000	Дождь
	0,030	0,080	0,275	0,850	2,000	Мокрый снег
	0,070	0,275	0,750	2,000	5,000	Изморозь

Использованные в работе материалы позволили установить различие двух способов обобщения потерь на корону.

Расчет среднеквадратичных отклонений от средней обобщенной кривой  $\sigma_{0i}$  для различных значений аргумента  $U / U_0$  или  $\bar{E} / E_0'$  позволил достоверное суждение о преимуществе того или иного способа обобщения.

Для более строгого суждения по данному вопросу следует прибегнуть к специальным методом сличения  $[\sigma_{0i}]_1$  и  $[\sigma_{0i}]_2$  разработанным в математической статистике.

В соответствии с этим методом необходимо вычислить отношение

$$T = \frac{[\sigma_{0i}]_1^2}{[\sigma_{0i}]_2^2}, (T > 1).$$

Затем при заданном числе проводов, опытные данные которых были обобщены [1], легко установить, являются ли различия между  $[\sigma_{0i}]_1$  и  $[\sigma_{0i}]_2$  случайными, или они указывают на преимущества одного метода обобщения перед другим.

Расхождения между двумя использованными в работе способами обобщения результатов о потерях на корону совершенно не существенны и, следовательно, средние обобщенные данные как в форме (1). так и в форме (2) могут быть в равной мере использованы для расчета среднегодовых потерь на корону применительно к проводам, для которых непосредственные измерения на опытных пролетах или действующих линиях отсутствуют [1,2,3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Кохреидзе, Д. Мчедлишвили. Физические основы менеджмента потери мощности на корону. «Энергия» №1(54) 2010. Тбилиси.
2. Г. Кохреидзе, Д. Мчедлишвили. Математические основы менеджмента мощности и энергии в сетях энергосистем. «Энергия» №1(54) 2010. Тбилиси.
3. Л.В. Егорова, Н.С. Кислова, Н.Н. Тиходеев. Обобщение результатов измерений потерь на корону при переменном напряжении. Известия НИИ постоянного тока. №8. Госэнергоиздат. 1961. М., Л.