

УДК 621. 316

Определение оптимальной периодичности диагностики состояния кабельных линий электропередачи

Княжевич Н. А., Харитон С. Г.

Научный руководитель – д. т. н., профессор КОРОТКЕВИЧ М. А.

В тех случаях, когда методами контроля состояния изоляции при рабочем напряжении, а также неразрушающими неэлектрическими методами контроля воспользоваться не представляется возможным, то наиболее удобным и повсеместно применяющимся на практике способом периодического контроля состояния изоляции кабельных линий остается испытание кабельных линий повышенным напряжением постоянного тока.

Периодичность испытаний повышенным напряжением силовых кабельных линий напряжением 6-10 кВ должна устанавливаться в зависимости от их важности, т.е. места в резервированных или нерезервированных схемах городской электрической сети, параметра потока отказов и относительной эффективности испытаний, т.е. отсутствия отказов под рабочим напряжением в промежутки времени между очередными испытаниями.

Испытания кабельных линий повышенным напряжением проводятся не только в соответствии с принятой периодичностью их испытаний, но и после выполнения ремонтных работ из-за пробоя изоляции кабеля при испытаниях и под рабочим напряжением.

Таким образом, количество испытаний $\lambda_{И}$ повышенным напряжением кабельной линии в течение года можно оценить как

$$\lambda_{И} = \frac{1}{T_{И}} + \lambda_{Н.И} + \lambda_{А} + \lambda_{М}, \quad (1)$$

где $T_{И}$ - периодичность проведения испытаний повышенным напряжением кабельных линий, лет;

$\lambda_{Н.И} = \frac{\alpha_1}{T_{И}}$ - количество пробоев изоляции кабельной линии при ее испытаниях;

$\lambda_{А} = \lambda_{А0}l$ - число пробоев изоляции кабельной линии длиной l под напряжением за год;

$\lambda_{М}$ - параметр потока отказов кабельной линии под рабочим напряжением из-за предшествующих механических повреждений брони и оболочки кабеля;

При неуспешном испытании повышенным напряжением кабельной линии требуется найти место повреждения изоляции и выполнить ремонт кабеля.

При отказе кабельной линии под рабочим напряжением необходимо найти вначале поврежденный участок линии и далее место повреждения и выполнить ремонт кабеля.

Функцию ежегодных расходов H в общем виде, с учетом того, что после проведения как плановых (после отказов при испытаниях), так и аварийных ремонтов кабельная линия подвергается дополнительному испытанию повышенным напряжением, запишем как

$$H = \frac{C_{И}}{T_{И}} + (C_{К} + C_{И})\lambda_{Н.И} + (C_{А} + C_{И})(\lambda_{А} + \lambda_{М}), \quad (2)$$

где $C_{И}$ - стоимость проведения одного испытания изоляции кабеля повышенным напряжением;

$\frac{C_{И}}{T_{И}}$ - стоимость проведения испытаний за год;

$C_{К} \lambda_{Н.И}$ - годовая стоимость плановых капитальных ремонтов при пробое изоляции во время ее испытаний повышенным напряжением;

$C_a (\lambda_A + \lambda_M)$ - годовая стоимость аварийных ремонтов из-за отказа кабелей под рабочим напряжением;

$C_{II} \lambda_{H,II}$, $C_{II} (\lambda_A + \lambda_M)$ - годовая стоимость испытаний кабельных линий после выполнения ремонтных работ из-за пробоя изоляции при испытаниях и из-за аварийных отказов;

Функцию (2) преобразуем к виду

$$H = \frac{1}{T_{II}} [C_{II} (1 + \alpha_1) + \alpha_1 C_K] + (C_A + C_{II})(1 + \alpha_2)(a + bT_{II}) \cdot 10^{-2}, (3)$$

Взяв производную $\frac{dH}{dT_{II}}$ и приравняв ее к нулю, получим

$$\frac{dH}{dT_{II}} = -\frac{1}{T_{II}^2} [C_{II} (1 + \alpha_1) + \alpha_1 C_K] + (C_A + C_{II})(1 + \alpha_2) b = 0, (4)$$

Откуда оптимальное значение T_{II} будет равно

$$T_{II, \text{опт}} = \sqrt{\frac{(C_{II} (1 + \alpha_1) + \alpha_1 C_K) 100}{(C_A + C_{II})(1 + \alpha_2) b}} = 10 \sqrt{\frac{\alpha_1 + (1 + \alpha_1) \frac{C_{II}}{C_K}}{(\frac{C_A}{C_K} + \frac{C_{II}}{C_K})(1 + \alpha_2) b}}, (5)$$

Оптимальная периодичность плановых испытаний повышенным напряжением резервированных участков кабельных линий электропередачи напряжением 6-10 кВ должна быть дифференцирована в зависимости от протяженности этих участков.

Литература

1. Короткевич М. А: Эксплуатация электрических сетей / М. А. Короткевич-Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 350с.