

КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА СООРУЖЕНИЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Короткевич М.А., Подгайский С.И.
Белорусский национальный технический университет

Аннотация:

Установлено, что при увеличении стоимости силового трехжильного электрического кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6...35кВ по сравнению со стоимостью такого же кабеля с бумажно-масляной изоляцией до двух раз, стоимость сооружения кабельной линии с кабелем с изоляцией из сшитого полиэтилена возрастает не более, чем в 1,5 раза.

Снижение (до 20 %) расчетной стоимости сооружения кабельной линии напряжением 6...35 кВ с одножильными кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена можно достичь при учете большей их пропускной способности (за счет больших значений длительно допустимых токов нагрузки и снижения на этой основе на одну ступень требуемой площади поперечного сечения токопроводящих жил) по сравнению с трехжильным и кабелями с бумажно-масляной изоляцией.

Текст доклада:

Капитальные затраты на сооружение кабельных линий электропередачи $K_{к.л}$ известной площади поперечного сечения жилы состоят из затрат на приобретение кабеля и линейной арматуры (соединительных и концевых муфт) $K_к$ и затрат на их прокладку $K_п$, т. е.

$$K_{к.л} = K_к + K_п \quad (1)$$

В суммарной стоимости сооружения кабельных линий с кабелями с бумажно-масляной изоляцией, стоимость кабелей составляет [2];

43...53 % (в среднем 48 %) – для линий напряжением 6...10 кВ;

23...52 % (в среднем 37,5 %) – для линий напряжением 20 кВ [3];

57...58 % (в среднем 57,5 %) – для линий напряжением 35 кВ;

30 % – для линий напряжением 110 кВ с маслонаполненными одножильными кабелями низкого давления [2].

Можно считать, что затраты на прокладку и монтаж трехжильных кабелей с бумажно-масляной изоляцией и изоляцией из сшитого полиэтилена одной и той же площади поперечного сечения жил одинаковы, т. е. стоимости кабельных линий различаются лишь стоимостями самих кабелей. Тогда из уравнения (1) для кабелей с комбинированной изоляцией имеем:

$$K_п = K_{к.л} - K_к = K_к \left(\frac{K_{к.л}}{K_к} - 1 \right) = K_к (\alpha_1 - 1), \quad (2)$$

где $\alpha_1 = K_{к.л} / K_к$ – коэффициент, учитывающий во сколько раз стоимость всей кабельной линии превышает стоимость собственно кабеля; значение α_1 равно 2,08; 2,66; 1,74; 3,3 соответственно для кабельных линий с бумажно-масляной изоляцией напряжением до 10,20; 35 к 110 кВ. Капитальные затраты на сооружение кабельной линии электропередачи с трехжильными кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена $K_{к.л}^п$ запишутся как

$$K_{к.л}^n = K_k^n + K_k (\alpha_1 - 1) = K_k \left(\frac{K_k^n}{K_k} + (\alpha_1 - 1) \right) = K_k (\alpha_2 + \alpha_1 - 1)$$

где $\alpha_2 = K_k^n / K_k \geq 1$ - коэффициент, учитывающий увеличение стоимости кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена по сравнению со стоимостью кабеля скомбинированной изоляцией.

Отношение капитальных затрат на сооружение кабельных линий с трехжильными кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена к капитальным затратам на сооружение кабельных линий с кабелями с бумажно-масляной изоляцией имеет вид:

$$\frac{K_{к.л}^n}{K_{к.л}} = \frac{K_k (\alpha_1 + \alpha_2 - 1)}{K_k + K_k (\alpha_1 + 1)} = \frac{(\alpha_1 + \alpha_2 - 1)}{\alpha_1} = 1 + \frac{\alpha_2 - 1}{\alpha_1} \quad (4)$$

По формуле (4) было установлено, что увеличение стоимости кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена по сравнению со стоимостью кабеля с бумажно-масляной изоляцией в 1,2, 2,0 раза приведет к увеличению стоимости сооружения линий с кабелем с изоляцией из сшитого полиэтилена в 1,1, ..., 1,48; 1,07, ..., 1,37; 1,11, ..., 1,57 раза соответственно для линий напряжением 6...10; 20; 35 кВ.

При сопоставлении капитальных затрат на сооружение кабельной линии с одножильными кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена и трехжильными кабелями с бумажно-масляной изоляцией необходимо иметь ввиду различную степень удобства прокладки кабеля указанных видов. Следует отметить, что сооружение кабельной линии с одножильным кабелем требует раскатки не одного, а трех кабелей, укладки их (по треугольнику или в плоскости) и закреплении в данном положении.

Стоимость прокладки в земляной траншее трехжильных кабелей с бумажно-масляной изоляцией и изоляцией из сшитого полиэтилена напряжением 6...35кВ примерно равна стоимости самих кабелей, а напряжением 110кВ – превышает стоимость кабелей в 2,0 раза [1,2]. Стоимость монтажа кабельной линии с одножильным кабелем с изоляцией из сшитого полиэтилена примерно в два раза превышает стоимость самого кабеля.

Следовательно, стоимость сооружения кабельной линии можно представить, как

$$K_{к.л}^n = K_k^n + K_n = K_k^n \left(1 + \frac{K_n}{K_k^n} \right) = K_k^n (1 + \alpha_3),$$

где $\alpha_3 = \frac{K_n}{K_k^n} \geq 1$ – коэффициент, указывающий во сколько раз стоимость прокладки кабеля

превышает стоимость самого кабеля; значение α_3 равно 1,0 (для линий с трехжильными кабелями с бумажно-масляной изоляцией) и 2,0 (для линий с одножильными кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена)

Оказалось, что стоимость сооружения кабельной линии с одножильным кабелем с изоляцией из сшитого полиэтилена может превышать стоимость сооружения кабельной линии с трехжильным кабелем с бумажной пропитанной изоляцией в 1,8...3,0 раза.

Таким образом существенные расходы по сооружению кабельной линии составляют расходы на прокладку кабелей.

Литература

1. Огороков, В.Р. Управление электрическими системами / В.Р. Огороков. Л .: ЛГУ, 1976. – 224 с.
2. Козлов, В.А. Электроснабжение городов / В.А. Козлов. Л.: Энергия, 1977. – 280 с.
3. Майоров, А.В. К обоснованию и выбору параметров кабельных линий 20 кВ в мегаполисе / А.В. Майоров, А.В. Шунтов// Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып.66. Актуальные проблемы надежности больших систем энергетики. – Минск: Бел. Национ. техн. ун-т, 2015. – С.125–132.