

РАСЧЕТ ЭКРАННЫХ ТОКОВ В ТРЕХФАЗНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ С ТРЕУГОЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ФАЗ

Гринченко В.С., Чунихин К.В., Ткаченко А.О.
ГУ «Институт технических проблем магнетизма
Национальной академии наук Украины», г. Харьков

Передовым средством передачи электрической энергии в жилых зонах являются подземные кабельные линии (КЛ), выполняемые из одножильных силовых кабелей со сшито-полиэтиленовой изоляцией (СПЭ). Основными конструктивными элементами таких кабелей являются жила, СПЭ и медный экран, обеспечивающий равномерность электрического поля в изоляции. Если уровень магнитного поля (МП) КЛ на поверхности земли превышает санитарно допустимый, то возникает необходимость снижения МП. Один из способов снижения МП КЛ заключается в заземлении собственных экранов кабелей с обоих концов КЛ (рис. 1). В результате этого образуются замкнутые контуры, в которых индуцируется ЭДС. По экранам кабелей текут токи, направленные встречно токам в жилах, тем самым, уменьшая МП КЛ.

Расчет экранных токов – актуальная задача, решение которой позволяет перейти к определению степени снижения МП и величины тепловых потерь. Рассмотрим КЛ с треугольным расположением фаз. Пусть один из кабелей лежит на двух других. В этом случае МП КЛ минимально, а экранные токи равны между собой по абсолютному значению и смещены по фазе на 120° . С инженерной погрешностью отношения экранного тока $I_{\text{Э}}$ к току в жиле $I_{\text{Ж}}$ рассчитывается по известной формуле:

$$I_{\text{Э}}/I_{\text{Ж}} = (2\pi f M) / \sqrt{R^2 + (2\pi f M)^2}$$
, где $f=50$ Гц – частота тока в КЛ; $M = \mu_0 / 2\pi \cdot \ln(d/r)$ – коэфф. взаимоиндукции; $d=70$ мм – расстояние между осями кабелей; $R = 1/(\sigma S)$ – сопротивление экрана; $r=27,5$ мм, S и σ – соответственно, средний радиус, площадь сечения и проводимость экрана. Результаты расчетов приведены на рис. 2: кривая 1 соответствует температуре экрана $t=20^\circ\text{C}$ (при этом его проводимость $\sigma=5,41 \cdot 10^7$ См/м), кривая 2 соответствует $t=90^\circ\text{C}$ ($\sigma=4,27 \cdot 10^7$ См/м).

Для более точного расчета экранных токов, учитывающего неравномерность их распределения, проведено моделирование в программном пакете *COMSOL Multiphysics*. Задача решалась двумерной постановке в рамках интерфейса «*Magnetic Fields*». Результаты моделирования приведены на рис. 2: кривая 3 соответствует температуре экрана $t=20^\circ\text{C}$, кривая 4 – $t=90^\circ\text{C}$.

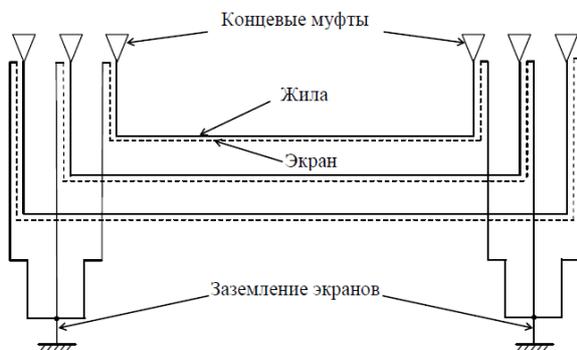


Рис. 1

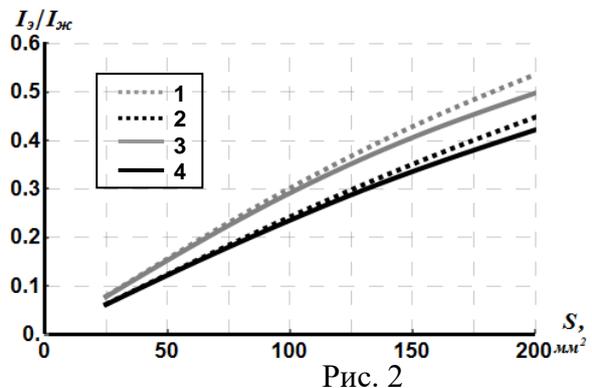


Рис. 2