

## 1. Исходные условия для расчётов.

В линии электропередач используется провод А-70 (алюминиевый, сечением 70мм<sup>2</sup>, открытый без изоляции).

Потери в трансформаторе не учитываются, т.к. общий счётчик потребляемой **электроэнергии** установлен после трансформатора;

Расчёт производится для выведения максимальной величины потерь электроэнергии.

Суммарная присоединённая мощность в СНТ достаточна для обеспечения максимальной мощности потребления;

К электрической сети, через 3 фидера подключено 146 участков (домов) из них 116 через однофазные вводы и 30 — через трехфазные. Нагрузка распределена по фидерам равномерно.

Длина фидера №1 составляет 1,35 км, фидера №2 - 1,15 км, фидера №3 - 1 км. Суммарная длина линии электропередач в СНТ составляет 3,5 км.

Потребление электроэнергии за 29 дней:

День: 17040 кВт; Ночь с уличным освещением (УО): 7440

кВт. Ночь 7110 кВт.

Расчет потребления УО:

N - 19 шт.; T= 5 ч.

P<sub>св</sub>=120 Вт.; Д=29.

P<sub>общ. в час</sub> = N \* P<sub>св</sub> = 19 \* 120 = 2 280 Вт/ч.

P<sub>общ. в ночь</sub> = P<sub>общ. в час</sub> \* T = 2280 \* 5 = 11400 Вт/ч.

P<sub>расч. пер</sub> = P<sub>общ. в ночь</sub> \* Д = 11400 \* 29 = 330 к Вт/ч

## 2. Расчёт потерь электроэнергии по суммарной длине линии.

Для расчёта потерь используется следующая формула:

$$\Delta W = \frac{9,3 * W^2 * (1 + \operatorname{tg}^2(\varphi)) * K_{\phi}^2 * K_L * L}{D * F}$$

$\Delta W$  - потери электроэнергии в кВт\*ч;

$W$  - электроэнергия, отпущенная в линию электропередач за  $D$  (дней), кВт\*ч (у нас эта величина составляет 24150 кВт\*ч);

$K_{\phi}$  - коэффициент формы графика нагрузки;

$K_L$  - коэффициент, учитывающий распределённость нагрузки по линии (0,37 для линии с распределённой нагрузкой);

$L$  - длина линии в километрах (у нас  $L_1 = 1,35$  км;  $L_2 = 1,15$  км;  $L_3 = 1$  км);

$\operatorname{tg}\varphi$  - коэффициент реактивной мощности (0,6);

-  $F$  - сечение провода в мм<sup>2</sup> (усредненно);

$D$  - период в днях (в формуле используем расчетный период 29 дней);

$K$  - коэффициент заполнения графика, рассчитывается по формуле:

тогда:  $K_{\phi}^2 = 1,78$ .

Расчёт потерь по формуле выполняется для одной линии фидера. Их 3.

Считаем, что общая нагрузка равномерно распределена по линиям внутри фидера. Т.е. годовое потребление по одной линии фидера равно 1/3 от общего потребления.

Тогда:  $\Delta W_{\text{суммарная}} = 3 * W_{\text{линии}}$

Отпущенная садоводам электроэнергия за год составляет 63000 кВт/ч, тогда по каждой линии фидера:  $24150 / 3 = 8050$  кВт\*ч.

$$\Delta W_1 = \frac{9,3 * 8050^2 * (1 + 0,6^2) * 1,78 * 0,37 * 1,36}{29 * 70} = 359 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$\Delta W_2 = \frac{9,3 * 8050^2 * (1 + 0,6^2) * 1,78 * 0,37 * 1,15}{29 * 70} = 306 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$\Delta W_3 = \frac{9,3 * 8050^2 * (1 + 0,6^2) * 1,78 * 0,37 * 1,0}{29 * 70} = 266 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$\Delta W_{\text{суммарная}} = \Delta W_1 + \Delta W_2 + \Delta W_3 = 359 + 306 + 266 = 931 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$\Delta W_{\text{суммарная}} \% = \Delta W_{\text{суммарная}} / W_{\text{суммарная}} * 100\% = 931 / 24150 * 100\% = 3,85\%$$

### 3. Учёт потерь на вводе в дома.

При условии, что все приборы учета потребляемой энергии размещены на опорах ЛЭП, то длина провода от точки присоединения линии, принадлежащей садоводу до его индивидуального прибора учёта составит всего 8 метров.

Сопротивление провода СИП-16 (самонесущий изолированный провод, сечением 16 мм<sup>2</sup>) на 8 метров длины составляет:

$$R_{\text{ввода}} = \frac{(\rho * l)}{S}$$

- Где R - сопротивление провода в омах; ρ - удельное сопротивление проводника; l - длина проводника в м; S - сечение проводника в мм<sup>2</sup>.

$$R_{\text{ввода}} = \frac{(0,028264 * 8)}{16} = 0,014 \text{ Ом}$$

$P_{\text{ввода1ф}} = 4 \text{ кВт}$  (примем за расчётную разрешённую электрическую мощность для одного дома).

Рассчитываем силу тока для мощности 4 кВт:

$$I_{\text{ввода1ф}} = I_{\text{ввода1ф}} / 220 = 4000 / 220 = 18 \text{ А}$$

Тогда:  $\Delta P_{\text{ввода1ф}} = I^2 * R_{\text{ввода}} = 18^2 * 0,014 = 4,57 \text{ Вт}$  - потери мощности на однофазном вводе.

Тогда суммарные потери за расчетный период в линии одного подключённого садового:

$$\Delta W_{\text{ввода1ф}} = \Delta P_{\text{ввода 1ф}} * D_{\text{часовпериод}} * K_{\text{исп. макс. нагрузки}}$$

$$\Delta W_{\text{ввода1ф}} = 4,57 * 696 * 0,3 = 954,2 \text{ Вт} * \text{ч} = 0,9542 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Тогда суммарные потери в линиях 116 садовых, подключённых через 1-но фазный ввод, за расчетный период составят:

$$\Delta W_{\text{сум ввода 1ф}} = 116 * 0,9542 = 110,69 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$P_{\text{ввода 3ф}} = 6 \text{ кВт}$  - примем за расчётную разрешённую электрическую мощность для одного дома с 3-х фазным питанием.

Рассчитываем силу тока для трехфазной мощности 6 кВт:

$$I_{\text{ввода 3ф}} = \frac{P_{\text{ввода 3ф}}}{U * \sqrt{3}} = \frac{6}{0,38 * 1,732} = 9,116 \text{ А}$$

Тогда:  $\Delta P_{\text{ввода 3ф}} = I^2 * R_{\text{ввода}} = 9,116^2 * 0,014 = 1,16 \text{ Вт}$  - потери мощности за в одной фазе.

Тогда суммарные потери за расчетный период в линии одного садового, подключённого через 3ф ввод:  $\Delta W_{\text{ввода1ф}} = 3 * \Delta P_{\text{ввода 3ф}} * D_{\text{часовпериод}} * K_{\text{исп. макс. нагрузки}}$

$$\Delta W_{\text{ввода1ф}} = 3 * 1,16 * 696 * 0,3 = 726,62 \text{ Вт} * \text{ч} = 0,727 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Тогда суммарные потери в линиях 30 подключённых 3-х фазных садовых за расчетный период составят:

$$\Delta W_{\text{сум ввода 3ф}} = 30 * 0,727 = 21,81 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$\Delta W_{\text{ввода итог}} = 110,69 + 21,81 = 132,5 \text{ кВт} * \text{ч}$$

4. Учёт суммарных потерь в ЛЭП за период.

$$\Delta W_{\text{сум итог}} = 931 + 132,5 = 1063,5 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$\Delta W_{\text{суммарная}} \% = \Delta W_{\text{суммарная}} / W_{\text{суммарная}} * 100\% = 1063,5 / 24150 * 100\% = 4,40\%$$

Итак: во внутренней воздушной ЛЭП СНТ протяжённость 3,5 километра (3 фазы и ноль), проводе сечением 70 мм<sup>2</sup>, подключёнными 146 домами, при общем потреблении 24150 кВт\*ч электроэнергии за период потери составляют 4.40%.

Составил:  
Евгений Алексеевич Попов,  
инженер-электрик,  
22/06/2020