

Лекция 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА И ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Определение расхода электроэнергии необходимо для осуществления денежных расчетов за электропотребление с энергоснабжающей организацией, для оценки удельного расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции, с целью контроля энергоэффективности.

Расход электроэнергии, как правило, определяется по показаниям счетчиков. В случаях, когда счетчики отсутствуют, либо когда необходимо сравнить их показания с теоретически обоснованным расходом электроэнергии, применяют аналитические методы расчета.

Определение расхода активной энергии

1. Метод удельного расхода электроэнергии

$$W = C_{\text{уд}} \cdot P$$

где $C_{\text{уд}}$ – удельный расход электроэнергии на единицу выпускаемой продукции, значение которого нормируется по каждому виду продукции (услуг), при этом нормы удельного расхода энергии используются потребителями с целью контроля за эффективностью электропотребления;

P – объём выпущенной продукции за время T ;

W – расхода электроэнергии за время T .

На практике значения $C_{\text{уд}}$ часто являются нестабильными, особенно это характерно в рыночных условиях функционирования.

Поэтому данный метод определения расхода электроэнергии является приближенным.

2. Определение расхода электроэнергии по графику нагрузки

Расход электроэнергии численно равен площади фигуры, ограниченной графиком электрической нагрузки (рисунок 5.1).

$$W = \sum P_i \cdot \Delta t_i ,$$

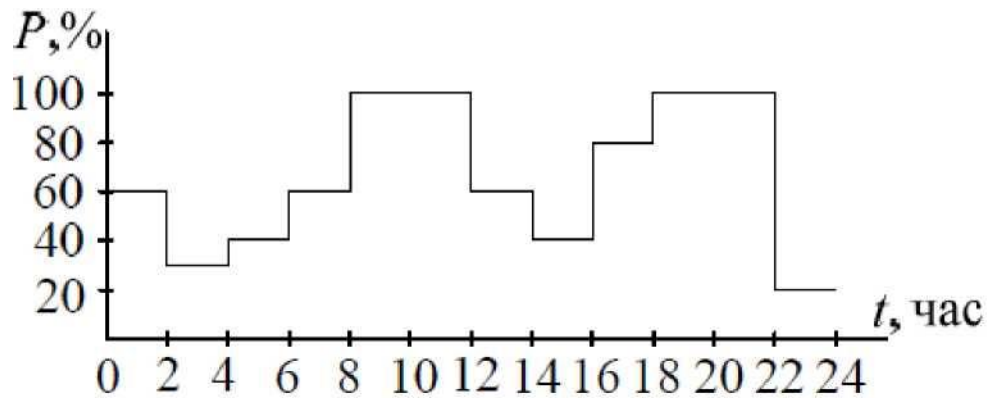


Рисунок 5.1 – График нагрузки потребителя электроэнергии

Метод является точным, но на практике часто отсутствуют графики электрической нагрузки, поэтому используются укрупненные методы определения расхода электроэнергии.

3. Метод коэффициента использования

Годовой расход электроэнергии определяется по выражению

$$W_{\text{г}} = P_{\text{уст}} \cdot K_{\text{и}} \cdot \alpha \cdot T_{\text{г}}$$

где $T_{\text{г}}$ - годовой фонд рабочего времени;

α - коэффициент сменности по энергоиспользованию, показывает связь между средней нагрузкой за наиболее нагруженную смену и среднегодовой нагрузкой $\alpha = \frac{P_{\text{с.г}}}{P_{\text{с}}} \leq 1$. Значения этого коэффициента приводятся в

справочных таблицах для различных потребителей электроэнергии.

В случаях, когда отсутствуют данные об α , годовой расход электроэнергии определяется по выражению

$$W_{\text{г}} = P_{\text{с}} \cdot (T_1 + T_2 \cdot \beta_2 + T_3 \cdot \beta_3) \cdot C, \quad (5.4)$$

где T_1, T_2, T_3 - годовой фонд рабочего времени за 1-ю, 2-ю и 3-ю рабочие смены;

β_2, β_3 - коэффициенты, учитывающие степень мене нагруженной 2-й и 3-й смены относительно первой;

C - коэффициент, учитывающий работу в выходные и праздничные дни.

Данный метод на практике используется очень редко.

4. Определение расхода электроэнергии через максимальную нагрузку

Годовой расход электроэнергии определяется по выражению

$$W_{\Gamma} = P_{\text{м}} \cdot T_{\text{м}}, \quad (5.5)$$

где $P_{\text{м}}$ - максимальная нагрузка потребителя;

$T_{\text{м}}$ - время использования максимума нагрузки, т.е. время, в течение которого потребитель израсходует столько же электроэнергии при работе с максимальной нагрузкой, сколько и при работе по реальной нагрузке за годовой фонд рабочего времени (рисунок 5.2) $W_{\Gamma} = P_{\text{с}} \cdot T$, $W_{\Gamma} = P_{\text{м}} \cdot K_{\text{зг}} \cdot T$.

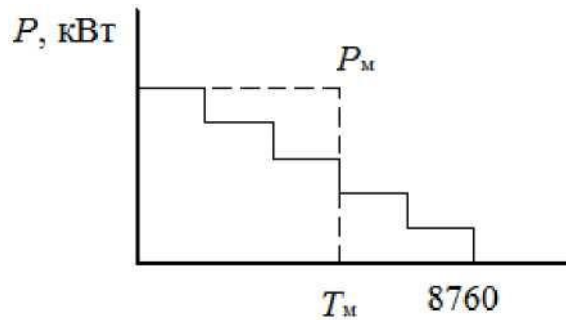


Рисунок 5.2 – Определение расхода электроэнергии через максимальную нагрузку

5. Определение расхода электроэнергии по уравнению регрессии (расчетно-статистический метод)

$$W_{\Gamma} = a \cdot \Pi + b \cdot C + c \cdot f + \dots + d, \quad (5.6)$$

где a, b, c, \dots, d - коэффициенты регрессии расхода электроэнергии на влияющие факторы;

Π, C, f - объем выпущенной продукции и прочие влияющие факторы (как правило, технологические).

Определение расхода реактивной энергии

Расход реактивной энергии определяется аналогично расходу активной энергии. В общем случае реактивное энергопотребление определяется по выражению:

$$V_{\Gamma} = W_{\Gamma} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{\text{ср.взв}}, \quad (5.7)$$

где $\operatorname{tg} \varphi_{\text{ср.взв}}$ - средневзвешенный коэффициент реактивной мощности, может быть выражен через средневзвешенный коэффициент активной мощности:

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв}} = \frac{W^2}{\sqrt{W^2 + V^2}}$$

Определение расхода реактивной энергии необходимо для осуществле-

ния денежных расчетов за реактивное электропотребление (при необходимости), а также для выбора компенсирующих устройств.

Определение потерь мощности и энергии в системах электроснабжения

В настоящее время 10-15 % электрической энергии теряется при ее транспортировке и трансформации. Поэтому актуальной является задача воздействия на факторы, определяющие потери электроэнергии, с целью их снижения.

Основные потери электрической энергии в системах электроснабжения имеют место в линиях электропередачи и трансформаторах. Существуют несколько способов определения потерь мощности и энергии.

1) Определение потерь мощности и энергии по средней (среднеквадратичной) нагрузке

$$\Delta P = 3 \cdot (I_c \cdot K_{\phi.r})^2 \cdot R = \left(\frac{S_c \cdot K_{\phi.r}}{U_n} \right)^2 \cdot R = \left(\frac{S_{ск}}{U_n} \right)^2 \cdot R, \quad (5.8)$$

где I_c , S_c – средний ток и мощность потребителя;

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

R - сопротивление элемента системы электроснабжения;

$S_{ск}$ - среднеквадратичная нагрузка потребителя.

В данном случае потери электрической энергии определяются по выражению:

$$\Delta W_r = \Delta P \cdot T_r, \quad (5.9)$$

где T_r - годовой фонд рабочего времени.

2) Определение потерь мощности и энергии по максимальной мощности нагрузки (метод времени максимальных потерь)

$$\Delta P_M = \left(\frac{S_M}{U_n} \right)^2 \cdot R, \quad (5.10)$$

где S_M - максимальная мощность нагрузки.

Потери электрической энергии здесь определяются по выражению

$$\Delta W_r = \Delta P_M \cdot \tau, \quad (5.11)$$

где τ - время максимальных потерь. Это время, в течение которого теряется столько же энергии при работе с максимальной нагрузкой, сколько за время работы потребителя по реальному графику:

$$\tau = \left(\frac{P_{\text{ск}}}{P_{\text{м}}} \right)^2 \cdot T = (K_{\text{ф.г}} \cdot K_{\text{з.г}})^2 \cdot T. \quad (5.12)$$

Время максимальных потерь может также определяться по эмпирическому выражению

$$\tau = (0.124 + T \cdot 10^{-4}) \cdot 2 \cdot 8760.$$

Данное выражение может быть использовано для определения годового времени максимальных потерь потребителей, у которых $T_{\text{м}} > 3000$ ч, если $\cos \varphi > 0,6$.

$T_{\text{м}}$ - время использования максимальной нагрузки - время, в течение которого потребитель израсходует столько же энергии при работе с максимальной нагрузкой, сколько и при работе с реальной нагрузкой за годовой фонд рабочего времени: $T_{\text{м}} = K_{\text{з.г}} \cdot T_{\text{г}}$.

Для определения τ могут также использоваться номограммы, представляющие собой зависимость $\tau = f(T_{\text{м}}, \cos \varphi)$.

3) Приближенный расчет потерь мощности в линиях электропередачи и трансформаторах

На предпроектных стадиях, когда отсутствуют сведения о схеме электроснабжения и неизвестны параметры ее элементов, при определении расчетной нагрузки вспомогательными методами потери мощности и энергии в линиях и трансформаторах допускается учитывать, приближенно используя следующие выражения:

- потери в трансформаторах:

$$\Delta P_{\text{т}} = 0.02 \cdot S_{\text{р}\Sigma},$$

где $S_{\text{р}\Sigma}$ - суммарная расчетная мощность нагрузки потребителя;

- потери в линиях электропередачи (канализация электроэнергии по территории предприятия обычно осуществляется кабельными линиями):

$$\Delta P_{\text{л}} = 0.035 \cdot S_{\text{р}\Sigma},$$

$$\Delta Q_{\text{т}} \approx 0.$$

На предприятиях канализация электроэнергии осуществляется, как правило, кабельными линиями. При этом активное сопротивление кабеля в

10 и более раз превышает реактивное сопротивление, поэтому потерями реактивной мощности пренебрегают.

Контрольные вопросы

- 1) В чём суть метода удельного расхода электроэнергии?
- 2) Определение расхода электроэнергии по графику нагрузки.
- 3) Метод коэффициента использования для определения потерь активной электроэнергии.
- 4) Определение расхода электроэнергии через максимальную нагрузку.
- 5) Определение расхода электроэнергии по уравнению регрессии (расчетно-статистический метод).
- 6) Определение расхода реактивной энергии
- 7) Определение потерь мощности и энергии в системах электроснабжения.
- 8) Пути снижения потерь мощности и энергии в элементах систем электроснабжения потребителей.