

Задача № 1

Для определения мощности в цепи постоянного тока были измерены напряжение сети U вольтметром класса точности N_B с пределом измерений U_m , ток I амперметром класса точности N_A с пределом измерений I_m . Определить мощность, потребляемую приёмником, а также относительную и абсолютную погрешности её определения.

Исходные данные приведены в табл.1.

Таблица 1

| Параметр | Вариант |
|-----------------|---------|
| $U, \text{В}$ | 100 |
| $U_m, \text{В}$ | 150 |
| $I, \text{А}$ | 12 |
| $I_m, \text{А}$ | 15 |
| | |
| N_B | 1 |
| N_A | 2 |

Решение

1. Мощность в цепи постоянного тока

$$P = U \cdot I. \quad (1)$$

Тогда мощность, потребляемая приемником,

$$P = U \cdot I = 100 \cdot 12 = 1200 \text{ Вт.}$$

2. Если класс точности прибора выражается одним числом K , то предельная погрешность

$$\gamma_A (\%) = \frac{\Delta A}{A_{np}} \cdot 100 \leq K, \quad (2)$$

где ΔA – абсолютная погрешность, A_{np} – предел шкалы измерительного прибора.

Для оценки погрешности однократного измерения полагаем

$$\Delta A = \frac{K \cdot A_{np}}{100}. \quad (3)$$

Относительная погрешность однократного измерения

$$\delta_A (\%) = \frac{\Delta A}{A_{изм}} \cdot 100 \approx K \frac{A_{np}}{A_{изм}}, \quad (4)$$

где $A_{изм}$ – измеренное значение электрической величины.

2. При определении мощности по формуле (1) абсолютная погрешность дается выражением

$$\Delta P = \Delta U \cdot I + U \cdot \Delta I.$$

Откуда с учетом (3) абсолютная погрешность измерения мощности

$$\begin{aligned} \Delta P &= \frac{N_B \cdot U_m}{100} \cdot I + U \cdot \frac{N_A \cdot I_m}{100} = \\ &= \frac{1 \cdot 150}{100} \cdot 12 + 100 \cdot \frac{2 \cdot 15}{100} = 18 + 30 = 48 \text{ Вт.} \end{aligned}$$

3. Относительная погрешность измерения мощности

$$\delta_P (\%) = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100 = \frac{48}{1200} \cdot 100 = 4\%$$

или

$$\begin{aligned} \delta_P &= \delta(U \cdot I) = \delta_U + \delta_I = \\ &= N_B \frac{U_m}{U} + N_A \frac{I_m}{I} = \\ &= 1 \cdot \frac{150}{100} + 2 \cdot \frac{15}{12} = 1.5 + 2.5 = 4\%. \end{aligned}$$