

1 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Расчет электрических нагрузок выполняется в соответствии с Руководящими указаниями по расчету электрических нагрузок методом расчетного коэффициента.

Задача 1.1

От силовой сборки типа ШР11 запитана группа электроприемников напряжением $U=380\text{В}$, для которой необходимо рассчитать значения расчетных мощностей.

Исходные данные по электроприемникам в таблице 1.1:

Таблица 1.1 - Исходные данные

№ п.п	№ позиции по плану	Наименование электроприемников	Номинальная мощность $P_{НОМ}$, кВт
1	2,4	Вертикально-сверлильный	6,8
2	3	Вентилятор	5,5
3	1,6	Токарно-винторезный станок	16
4	5	Комбинированные пресс-ножницы	4,8
5	7,8	Станок стыковой сварки	6

Решение задачи 1.1

Электроприемники запитываются радиально. Питающие проводники выполняются проводом с алюминиевыми жилами. Способ прокладки проводников в стальных (пластмассовых) трубах, проложенных в бетонном полу, скрыто.

Исходные данные вносят в таблицу формы Ф636-92 в столбцы - «Наименование ЭП», «количество ЭП», «установленная мощность одного ЭП», как показано в таблице 1.2.

По справочным данным выписывают в эту же таблицу значения $\cos\varphi$ и коэффициента использования $K_{и}$. При выборе названных коэффициентов можно применять значения родственного по технологии и производству оборудования, если указанного нет, а также, если есть конкретные производственные данные, их можно использовать.

На основании имеющихся данных рассчитывается общая мощность ЭП, по каждой позиции отдельно и вносится в форму Ф636-92.

Для вертикально-сверлильного станка общая мощность равна

$$P_{\text{ОБЩ}} = n \cdot P_H \quad (1.1)$$

$$P_{\text{ОБЩ.1}} = 2 \cdot 6,8 = 13,6 \text{ кВт}.$$

Для остальных позиций общая мощность соответственно равна:

$$P_{\text{ОБЩ.2}} = 1 \cdot 5,5 = 5,5 \text{ кВт},$$

$$P_{\text{ОБЩ.3}} = 2 \cdot 16 = 32 \text{ кВт},$$

$$P_{\text{ОБЩ.4}} = 1 \cdot 4,8 = 4,8 \text{ кВт},$$

$$P_{\text{ОБЩ.5}} = 2 \cdot 6 = 12 \text{ кВт}.$$

В столбце « $tg\varphi$ » записывают значение, найденное по уже известному $\cos\varphi$. Заполнение столбцов «Исходные данные» на этом заканчивается.

В столбцах «Расчетные величины» вычисляют значения промежуточных мощностей, соответствующих мощностям в самую загруженную смену.

Промежуточная активная мощность для вертикально-сверлильного станка

$$P_{\text{ПР}} = K_{\text{И}} \cdot P_{\text{ОБЩ.1}} \quad (1.2)$$

$$P_{\text{ПР.1}} = 0,12 \cdot 13,6 = 1,63 \text{ кВт}$$

Для остальных позиций промежуточная активная мощность соответственно равна:

$$P_{\text{ПР.2}} = 0,7 \cdot 5,5 = 3,85 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{ПР.3}} = 0,14 \cdot 32 = 4,48 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{ПР.4}} = 0,2 \cdot 4,8 = 0,96 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{ПР.5}} = 0,3 \cdot 12 = 3,6 \text{ кВт}$$

Промежуточная реактивная мощность для вертикально-сверлильного станка определяется при $\cos\varphi=0,5$ и соответственно $tg\varphi=1,73$ по (1.3).

$$Q_{\text{ПР}} = K_{\text{И}} \cdot P_H \cdot tg\varphi = P_{\text{ПР}} \cdot tg\varphi \quad (1.3)$$

$$Q_{\text{ПР.1}} = 1,73 \cdot 1,63 = 2,83 \text{ кВАр}$$

Для остальных позиций промежуточная реактивная мощность соответственно равна:

$$Q_{\text{ПР.2}} = 0,62 \cdot 3,85 = 2,39 \text{ кВАр}$$

$$Q_{\text{ПР.3}} = 1,33 \cdot 4,48 = 5,97 \text{ кВАр}$$

$$Q_{\text{ПР.4}} = 1,17 \cdot 0,96 = 1,12 \text{ кВАр}$$

$$Q_{\text{ПР.5}} = 1,02 \cdot 3,6 = 3,67 \text{ кВАр}$$

Для определения эффективного числа малых групп электроприемников по каждой позиции рассчитывается произведение $n \cdot P_H^2$.

Произведение $n \cdot P_H^2$ для вертикально-сверлильного станка

$$n \cdot P_H^2 = 2 \cdot 6,8^2 = 92,48,$$

для остальных ЭП расчет аналогичный и показан в таблице 1.2.

Расчет итоговых значений по силовому шкафу.

Определяют сумму по столбцам «Количество ЭП», «Общая мощность», «Расчетные величины» и сумму произведений $n \cdot P_H^2$. В столбце «Мощность одного ЭП» записывают мощности минимального и максимального ЭП. Далее рассчитываются групповые коэффициенты:

Коэффициент использования группы ЭП

$$K_{\text{И}} = \frac{\sum_{i=1}^5 P_{\text{ПР}}}{\sum_{i=1}^5 P_{\text{Н}}} = \frac{\sum_{i=1}^5 P_{\text{ПР}}}{P_{\text{УСТ}}} \quad (1.4)$$

где $\sum_{i=1}^5 P_{\text{ПР}} = 1,63 + 3,85 + 4,48 + 0,96 + 3,6 = 14,5 \text{ кВт}$, сумма

промежуточных активных мощностей из таблицы 1.2,

$\sum_{i=1}^5 P_{\text{Н}} = 13,6 + 5,5 + 32 + 4,8 + 12 = 67,9 \text{ кВт}$, сумма номинальных

активных мощностей или установленная мощность из таблицы 1.2.

Табл.2

$$K_{И} = \frac{14,5}{67,9} = 0,21.$$

Коэффициенты мощности группы ЭП

$$tg\varphi = \frac{\sum_{i=1}^5 Q_{ПП}}{\sum_{i=1}^5 P_{ПП}} \text{ и } \cos\varphi = \cos(\text{artg}\varphi), \quad (1.5)$$

где $\sum_{i=1}^5 Q_{ПП} = 2,83 + 2,39 + 5,97 + 1,12 + 3,67 = 16 \text{ кВАр}$ сумма реактивных промежуточных мощностей из таблицы 1.2.

$$tg\varphi = \frac{16}{14,5} = 1,11 \text{ и } \cos\varphi = \cos(\text{artg} 1,11) = 0,67.$$

Полученные значения $K_{И}=0,21$ и $\cos\varphi=0,67$ записывают в итоговую строку по ШР в таблицу 1.2.

Далее рассчитываются эффективное число ЭП

$$n_{\text{Э}} = \frac{\sum_{i=1}^5 P_{\text{H}}^2}{\sum_{i=1}^5 P_{\text{H}}^2 \cdot n}, \quad (1.6)$$

где $\sum_{i=1}^5 n \cdot P_{\text{H}}^2 = 92,48 + 30,25 + 512 + 23,04 + 72 = 729,77$, сумма из таблицы 1.2

$$n_{\text{Э}} = \frac{67,9^2}{729,77} = 6.$$

Из таблицы 1.3 выбирается расчетный коэффициент группы ЭП на пересечении значений $n_{\text{Э}}=6$ и $K_{И}=0,21$. Эффективное число ЭП округляется по правилам арифметики. Путем интерполяции значение расчетного коэффициента получается равным $K_{\text{P}}=1,59$.

Расчетная активная мощность по ШР рассчитывается по (1.7)

$$P_{\text{P}} = K_{\text{P}} \cdot \sum_{i=1}^5 P_{\text{ПП}} \quad (1.7)$$

Расчетная реактивная мощность по ШР рассчитывается по (1.8) или по упрощенным формулам (1.9)

$$Q_P = K_P \cdot \sum_{i=1}^5 Q_{\text{ШР}}, \quad (1.8)$$

$$Q_P = 1,1 \cdot \sum_{i=1}^5 Q_{\text{ШР}} \quad \text{если } n_{\text{Э}} \leq 10, \quad (1.9)$$

$$Q_P = \sum_{i=1}^5 Q_{\text{ШР}} \quad \text{если } n_{\text{Э}} > 10$$

При определении расчетной реактивной мощности по (1.9) получается приближенный расчет с допустимой погрешностью и рекомендуется к применению. Итоговое значение расчетной реактивной мощности для данного примера равно

$$Q_P = 1,1 \cdot 16 = 17,58 \quad \text{при } n_{\text{Э}} < 10$$

Полная расчетная (кажущаяся) мощность рассчитывается по известной из ТОЭ формуле (1.10)

$$S_P = \sqrt{P_P^2 + Q_P^2}, \quad (1.10)$$

$$S_P = \sqrt{23,09^2 + 17,58^2} = 29,02 \text{ кВА}$$

При необходимости определяется значение расчетного тока ШР по (1.11)

$$I_P = \frac{S_P}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \quad (1.11)$$

$$I_P = \frac{29,02}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 44,14 \text{ А}.$$