



Выбор мощности электродвигателей при различных режимах работы

1. Выбор мощности ЭД для режима S1.
2. Выбор мощности ЭД для режима S2.
3. Выбор мощности ЭД для режима S3.
4. Дополнительные условия выбора.

Выбор мощности ЭД для режима S1.

При известной зависимости нагрузки от времени можно судить об изменениях потерь в электродвигателе, а следовательно и о его температуре. Электродвигатель выбирается таким образом, чтобы максимальная температура его обмоток не превышала допустимого значения, соответствующего его классу изоляции.

Выбор мощности ЭД для режима S1.

При продолжительной неизменной нагрузке (режим S1) номинальная мощность электродвигателя P_n определяется с учетом статической нагрузки P_c на валу:

$$P_n \geq \frac{k_3 P_c}{\eta_n}, \quad \text{кВт}$$

где η_n - КПД передачи;

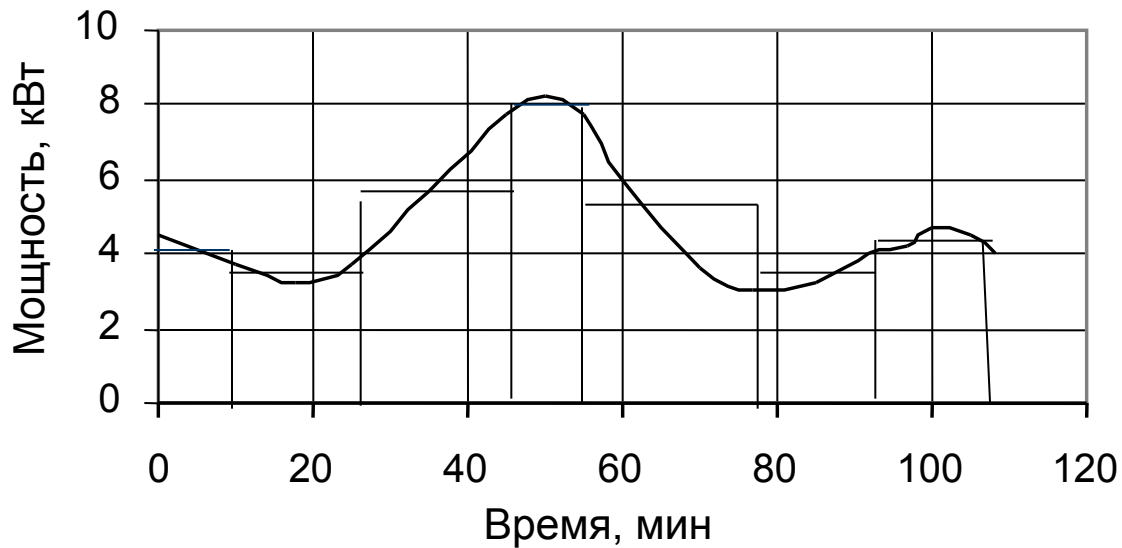
k_3 - коэффициент запаса.

Выбор мощности ЭД для режима S1.

При длительной переменной нагрузке для более точного определения мощности электродвигателя используют *метод средних потерь* или *метод эквивалентных величин*.

Сущность *метода средних потерь* заключается в определении средних потерь $\Delta P_{\text{ср}}$ электродвигателя при заданном графике нагрузки и сравнении этих потерь с номинальными потерями $\Delta P_{\text{н}}$, на которые рассчитан электродвигатель при длительной работе.

Выбор мощности ЭД для режима S1.



Нагрузочная диаграмма

Выбор мощности ЭД для режима S1.

По средней мощности P_{cp} с учетом коэффициента запаса осуществляется предварительный выбор электродвигателя:

$$P_n = P_{cp} \cdot k_z, \quad P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^k P_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^k t_i},$$

где P_i - величина мощности на i -ом участке, кВт;
 t_i - длительность нагрузки на i -ом участке, мин;
 k - количество участков.

Выбор мощности ЭД для режима S1.

Потери на каждом участке нагрузки определяем по выражению

$$\Delta P_i = P_i \frac{1 - \eta_i}{\eta_i},$$

где η_i – КПД электродвигателя при P_i нагрузке.

$$\eta_i = \frac{1}{1 + \left(\frac{1 - \eta_H}{\eta_H} \right) \left(\frac{\frac{\alpha}{x_i} + x_i}{\alpha + 1} \right)}.$$

Выбор мощности ЭД для режима S1.

Средние потери мощности будут равны:

$$\Delta P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^k \Delta P_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^k t_i}.$$

Сравнивая номинальные потери со средними, делается вывод о правильности выбора электродвигателя по нагреву

$$\Delta P_n \geq \Delta P_{cp}.$$

Выбор мощности ЭД для режима S1.

Метод эквивалентного тока основывается на замене действительного изменяющегося тока в электродвигателе таким эквивалентным током, который вызывал бы те же потери, что и действительный ток. Для этого необходимо иметь нагрузочную диаграмму

$$i = f(t)$$

Выбор мощности ЭД для режима S1.

Эквивалентный ток определяется по следующему соотношению:

$$I_{\text{э}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k I_i^2}{\sum_{i=1}^k t_i}}.$$

После определения величины эквивалентного тока производится сопоставление его с номинальным током выбранного электродвигателя

$$I_n \gg I_{\text{э}}.$$

Выбор мощности ЭД для режима S1.

На практике выбор мощности электродвигателя чаще производится по величине эквивалентного момента и мощности

$$M_{\text{э}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k M_i^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^k t_i}},$$

$$P_{\text{э}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k P_i^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^k t_i}}.$$

Выбор мощности ЭД для режима S1.

При случайном характере изменения момента, мощности или тока электродвигателя эквивалентные значения равны:

$$M_{\text{э}} = \sqrt{m_m^2 + \sigma_m^2} ; \quad P_{\text{э}} = \sqrt{m_p^2 + \sigma_p^2} ; \quad I_{\text{э}} = \sqrt{m_i^2 + \sigma_i^2} ,$$

m_m, m_p, m_i – математическое ожидание случайной величины (момента, мощности, тока);

$\sigma_m, \sigma_p, \sigma_i$ – среднеквадратическое отношение случайной величины (момента, мощности, тока).

Выбор мощности ЭД для режима S2.

При выборе электродвигателей для работы в кратковременном режиме работы S2 необходимо учитывать следующее: выбранный по кратковременной нагрузке электродвигатель режима S1 окажется недоиспользованным по нагреву. В этом случае номинальная мощность электродвигателя P_n определяется из соотношения

$$P_n \geq \frac{P_k}{k_m}.$$



Выбор мощности ЭД для режима S2.

$$k_m = \sqrt{k_m(1 + \alpha) - \alpha},$$

$$k_m = \frac{1}{1 - e^{-t_p/T_n}}.$$

t_p – длительность нагрузки, мин;

T_n – постоянная нагревания, мин.

Выбор мощности ЭД для режима S3.

Повторно-кратковременный режим работы характеризуется коэффициентом относительной продолжительности включения:

$$\varepsilon = \frac{t_p}{t_p + t_o} .$$

В случаях, когда для привода производственного механизма в этом режиме применяется электродвигатель режима S1, то его мощность определяется по соотношению



Выбор мощности ЭД для режима S3.

Коэффициент тепловой перегрузки для этого случая определяется с учетом длительности пауз и постоянной охлаждения T_o по выражению

$$k_m = \frac{1 - e^{-\frac{t_p}{T_n} - \frac{t_o}{T_o}}}{1 - e^{-\frac{t_p}{T_n}}}.$$

Выбор мощности ЭД для режима S3.

При выборе двигателя режима S3 для работы в режиме S3, в том случае, когда фактическое значение относительной продолжительности включения отличается от стандартного, пересчет мощности производится по следующему соотношению:

$$P_{cm} = P_x \sqrt{\frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_{cm}}}.$$

Дополнительные условия выбора.

Выбранный электродвигатель проверяем на возможность запуска и устойчивой работы:

$$\left(\frac{U}{U_n}\right)^2 \cdot M_n \geq M_{c \text{ нач пр}} + M_{изб};$$

$$\left(\frac{U}{U_n}\right)^2 \cdot M_{мин} \geq M_{CS=0,8пр} + M_{изб};$$

$$\left(\frac{U}{U_n}\right)^2 \cdot M_{макс} \geq M_{c \text{ макс пр}}.$$

Дополнительные условия выбора.

При повторно-кратковременном режиме работы должно выполняться еще одно условие

$$h \leq h_{\text{дон}}, \quad h = \frac{60}{t_p + t_0},$$
$$h_{\text{дон}} = 3600 \cdot \frac{\Delta P_n \cdot \beta_0 \left(1 - \frac{ПВ}{100}\right)}{\Delta A_n}.$$

