

1. Электропривод: определение, состав, классификация.

Электроприводом называется электромеханическое устройство, с помощью которого осуществляется движение рабочих органов производственного механизма. *Электропривод преобразует электрическую энергию в механическую и осуществляет передачу вращающего момента электродвигателя на вал рабочей машины.* Электродвигатель с аппаратурой управления является *электрической частью*, а передающие устройства (муфты сцепления, шестерни, редукторы, цепные или ременные передачи) — *механической*.

Различают привод неавтоматизированный и автоматизированный.

В **автоматизированном** электроприводе человек создаёт только начальное управляющее воздействие (пуск электропривода).

В **неавтоматизированном** человек периодически управляет работой электропривода в зависимости от отклонений от заданного режима.

2. Номинальные параметры электрических машин

На заводском щитке электрической машины приводятся номинальные значения мощности ($P_{ном}$), напряжения ($U_{ном}$), тока ($I_{ном}$) частоты вращения ($n_{ном}$), коэффициента полезного действия ($\eta_{ном}$) и коэффициента мощности ($\cos \varphi_{ном}$).

Механическая мощность при вращательном движении определяется выражением:

$$P = M\omega = M \frac{2\pi n}{60}, \quad (1)$$

где P - механическая мощность, Вт; M - вращающий момент, $H \cdot M$; ω - угловая скорость, рад/с; n - скорость вращения, об/мин.

Под **номинальной мощностью** понимают полезную мощность на валу электродвигателя, на которую он рассчитан. Стандартные синхронные частоты вращения трехфазных асинхронных электродвигателей равны 3000, 1500, 1000, 750, 600 об/мин. Допускаемая нагрузка электродвигателя определяется нагревом его обмоток, нормы нагрева которых зависят от классов изоляции, установленных соответствующим стандартом.

3. Режимы работы электродвигателей.

Различают следующие режимы работы электродвигателей: **продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный.**

Продолжительным (длительным) называется режим работы при неизменной нагрузке электродвигателя, продолжающейся до достижения установившейся температуры. При включении электродвигатель нагревается, причем одна часть выделяемой теплоты идет на повышение температуры обмоток и других частей двигателя, а другая выделяется в окружающую среду. При неизменной нагрузке наступает момент теплового баланса, когда вся выделяющаяся в единицу времени в двигателе теплота отдается за тот же промежуток времени в окружающую среду и температура уже не повышается. Такая температура называется **установившейся**. Примером длительного режима работы могут служить электродвигатели насосов, вентиляторов, компрессоров, конвейеров и других механизмов непрерывного действия.

Кратковременным называют режим, при котором электродвигатель за период работы с неизменной нагрузкой не успевает нагреться до установившейся температуры, а за время перерыва успевает охладиться до температуры окружающей среды.

Повторно-кратковременным называют режим, при котором электродвигатель за период работы с неизменной нагрузкой не успевает нагреться до установившейся температуры, а за время перерыва не успевает охладиться до температуры окружающей среды. В этом режиме время нагрузки t_p (время работы) чередуется с паузами. За время нагрузки температура двигателя не успевает достигнуть установившегося значения, а за время паузы двигатель не успевает полностью охладиться. Повторно-кратковременный режим характеризуется (в процентах) **продолжительностью включения (ПВ)**, определяемой по формуле:

$$ПВ = \frac{t_p}{t_{\text{ц}}} \cdot 100\% = \frac{t_p}{t_p + t_{\text{п}}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

где t_p , $t_{\text{п}}$, $t_{\text{ц}}$ - продолжительность рабочего периода, паузы и цикла.

Этот режим применяется в электроприводах кранов, подъёмников, холодильных установках и т.п. ГОСТом установлены стандартные значения ПВ = 15, 25, 40 и 60%. При этом продолжительность цикла не должна превышать 10 мин. При большей длительности цикла режим считается продолжительным.

4. Выбор типа и мощности электродвигателя

Электромеханические свойства электродвигателей определяются их механическими характеристиками $n = f(M)$.

Различные механизмы требуют установки двигателей с характеристиками, соответствующими их режиму работы. Так, насосы, компрессоры, различные транспортеры нуждаются в электродвигателях с жесткой характеристикой (мало зависящей от изменения нагрузки), а для привода подвижного состава электротранспорта и некоторых грузоподъемных механизмов целесообразно применять двигатели с мягкой характеристикой (с ростом момента на валу — нагрузки — обороты значительно снижаются).

Важным фактором работы электропривода является регулирование скорости с наименьшими потерями энергии. Наиболее просто регулирование скорости осуществляется при установке электродвигателей постоянного тока путем включения реостатов в обмотку возбуждения (двигатель с параллельным возбуждением). Существуют специальные схемы для плавного регулирования скорости изменением и определенных пределах напряжения на зажимах двигателя постоянного тока. Следует отметить, что электроприводы постоянного тока, несмотря на их преимущества, дороги и сложны в эксплуатации и поэтому применяются при невозможности другого решения.

Из существующих электродвигателей наиболее простым и дешевым является асинхронный с короткозамкнутым ротором. Он широко применяется во всех отраслях народного хозяйства для привода механизмов, не требующих регулирования скорости. Для ступенчатого изменения скорости используют многоскоростные асинхронные двигатели с переключением обмоток статора на различное число пар полюсов.

Мощность электродвигателей для механизмов, работающих в продолжительном режиме с неизменяемой нагрузкой, определяется в зависимости от производимой работы по формулам, которые приводятся в учебниках по электроприводу.

При продолжительном режиме работы, но изменяющейся нагрузке обычно задается график нагрузки (ток в функции времени), приведенный на рис. 2.

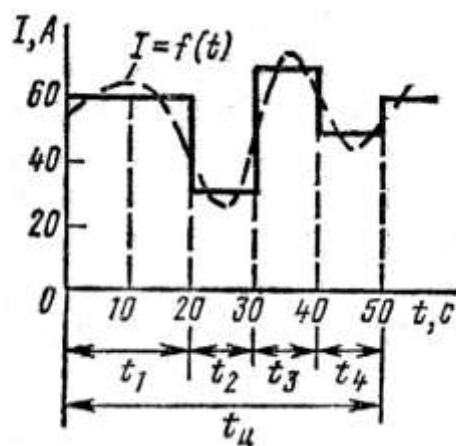


Рис. 2. График выбора мощности электродвигателя при изменяющейся нагрузке

Заменяв плавную кривую нагрузки ступенчатой линией, определяют эквивалентный ток по формуле

$$I_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (3)$$

где I_1, I_2, \dots, I_n - токи, протекающие в двигателе за отрезки времени соответственно t_1, t_2, \dots, t_n .

Под **эквивалентным**, или среднеквадратичным, понимается ток, который за время работы производит одинаковое тепловое действие на обмотки двигателя, как и токи, изменяющиеся по ступеням графика.

Затем выбирают по каталогу электродвигатель, номинальный ток которого $I_{\text{НОМ}}$ равен или больше расчетного:

$$I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{ЭКВ}} \quad (4)$$

Двигатель с жесткими характеристиками можно выбирать по эквивалентному моменту $M_{\text{ЭКВ}}$ или эквивалентной мощности $P_{\text{ЭКВ}}$:

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}, \quad P_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}. \quad (5)$$

При наличии отдельных кратковременных перегрузок выбранный двигатель должен быть проверен на перегрузочную способность:

$$\frac{M_{\text{МАХ}}}{M_{\text{НОМ}}} \geq \frac{M_{\text{ПЕР}}}{M_{\text{НОМ}}}. \quad (6)$$

Мощность электродвигателя для повторно-кратковременного режима работы выбирают с учетом ПВ по каталогу. Один и тот же двигатель при различных продолжительностях включения имеет соответствующую им номинальную мощность. Если полученная по расчету ПВ не соответствует стандартной, то подсчитанную по (5) мощность $P_{\text{ЭКВ}1}$ пересчитывают на стандартную $P_{\text{ЭКВ}2}$ по формуле

$$P_{\text{ЭКВ}2} = P_{\text{ЭКВ}1} \cdot \sqrt{\frac{ПВ_1}{ПВ_2}}. \quad (7)$$

По каталогу выбирают ближайший двигатель, мощность которого при $ПВ_2$

$$P_{\text{НОМ}} \geq P_{\text{ЭКВ}2} \quad (8)$$

Пример 1. По расчету получена эквивалентная мощность $P_{ЭКВ1} = 16,5$ кВт при ПВ=36%. Требуется выбрать электродвигатель.

Решение. 1. Произведем пересчет полученной мощности на стандартную,

например на 25% по (7): $P_{25} = P_{36} \sqrt{\frac{36}{25}} = 16,5 \cdot \frac{6}{5} \approx 20$ кВт.

2. Принимается ближайший стандартный электродвигатель: $P_{НОМ} = 20$ кВт при ПВ=25%. Выбранный двигатель подлежит проверке на допустимую перегрузку.