

Тема: Режимы работы электродвигателей Выбор мощности двигателя

Задание

- Записать номер занятия и тему лекции
- По материалу лекции составить конспект
- Готовое задание сфотографировать и прикрепить все фотографии в разделе "Моя работа" в Google Классе и нажать кнопку "Сдать"

ЛЕКЦИЯ

Электрооборудование будет работать надежно, если оно не только правильно сконструировано, но и правильно используется. СЭО используется правильно, если оно соответствует условиям работы судового механизма, устройства и т.п.

Поясним сказанное на примере условий работы электродвигателей.

Например, электродвигатели насосов и вентиляторов работают с постоянной нагрузкой, при неизменном токе.

В то же время электродвигатели грузоподъемных механизмов работают в более тяжелых условиях – с частыми пусками, сопровождающимися бросками тока.

Ясно, что использовать в грузоподъемных механизмах электродвигатели, предназначенные для насосов или вентиляторов нельзя – они быстро сгорят.

Если, наоборот, использовать для насосов или вентиляторов электродвигатели, предназначенные для грузоподъемных механизмов, можно, но нецелесообразно – они окажутся недоиспользованными по мощности, т.к. вместо работы в тяжелых условиях (с бросками токов) они станут работать в легких (с постоянной нагрузкой).

Таким образом, каждому виду СЭО соответствует «свой», определенный режим работы. Тот или иной режим работы электрооборудования полностью зависит от технологических условий работы. То есть, механизм «навязывает» электрооборудованию (например, электродвигателю) свои условия работы – как работает механизм, так должен работать и электродвигатель.

Приведем основные сведения, связанные с понятием «режим работы электрооборудования», применительно к электродвигателям.

Это объясняется тем, что основную часть производимой на судне электроэнергии (до 85...90%) потребляют именно электродвигатели.

1 Международная система классификации режимов работы электродвигателей

Режим работы электродвигателей – это установленный порядок чередования периодов, характеризуемых величиной и продолжительностью нагрузки, отключений, торможения, пуска и реверса во время его работы.

Для иллюстрации этих режимов работы используют *нагрузочные диаграммы*, представляющие собой зависимость параметра, характеризующего нагрузку приводного двигателя от продолжительности t отдельных циклов, составляющих работу электропривода в течение определенного периода времени.

К параметрам, характеризующим нагрузку приводного двигателя электропривода, относят:

1. полезную мощность P ;
2. полезный момент (момент на валу) M ;
3. силу потребляемого тока I .

Существующие международные стандарты устанавливают 8 режимов работы электрооборудования, обозначаемых $S1 \dots S8$.

Существующие международные стандарты устанавливают 8 режимов работы электрооборудования, обозначаемых $S1 \dots S8$ (табл. В.7).

Таблица 1 - Режимы работы электрооборудования

	Название режима	Обозначение	Примеры судовых электроприводов
1	Продолжительный	S1	Вспомогательные механизмы ГД, вентиляторы МО и трюмные, рулевое устройство
2	Кратковременный	S2	Лебедки шлюпочные и траповые, якорно-швартовные устройства
3	Повторно— кратковременный	S3	Грузоподъемные механизмы (лебедки, краны, порталы)
4	Повторно— кратковременный, с определенным числом включений в час	S4	Грузоподъемные механизмы (лебедки, краны, порталы)
5	Повторно— кратковременный, с электрическим торможением	S5	Грузоподъемные механизмы (лебедки, краны, порталы)
6	Перебегающий с длительностью цикла 10 мин	S6	-
7	Повторно—кратковременный с частыми реверсами при электрическом торможении	S7	Грузоподъемные механизмы (лебедки, краны, порталы)
8	Перебегающий с двумя и более частотами вращения	S8	-

В основном, применяются электрооборудование первых трех режимов, а именно:

1. продолжительного S1;
2. кратковременного S2;
3. повторно-кратковременного S3.

2 Продолжительный режим S1

Продолжительным называют режим работы двигателя, при котором температура превышения двигателя τ над температурой окружающей среды, за время работы поднимается от температуры окружающей среды θ^0 до установившейся температуры $\theta^{уст}$ (рис. 1а).

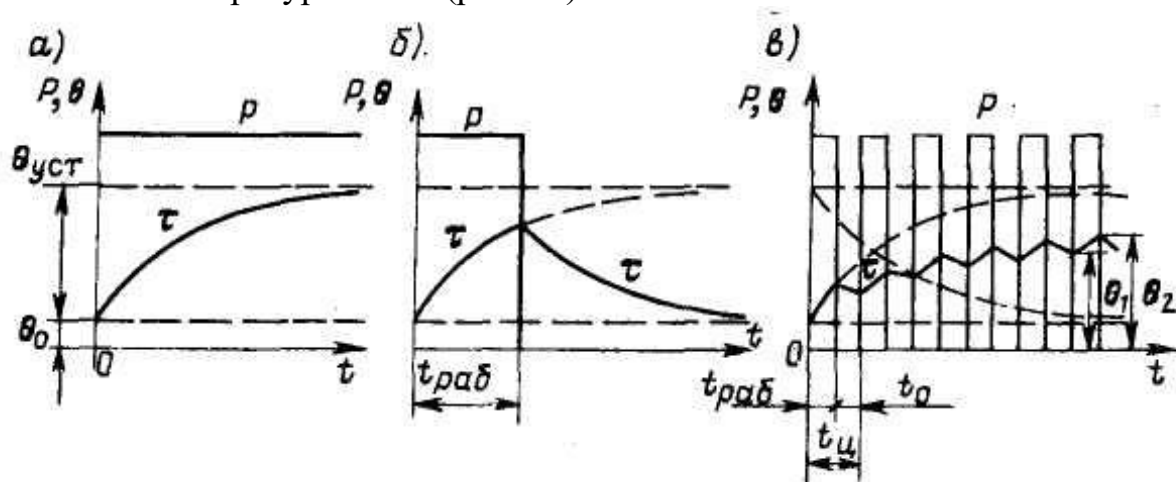


Рисунок 1 - Нагрузочные диаграммы и кривые нагрева двигателя при продолжительном S1 (а), кратковременном S2 (б) и повторно-кратковременном S3 (в) режимах работы

Двигатель используется по мощности полностью, если установившаяся температура $\theta_{уст}$ равна максимально допустимой для класса изоляции $\theta_{доп}$ (таблица 1).

Таблица 2 – Классы нагревостойкости

Класс изоляции	A	E	B	F	H	C
Предельная температура, °C	105	120	130	155	180	>180

Двигатель **не полностью используется по мощности**, если установившаяся температура $\theta_{уст}$ **меньше максимально допустимой** для класса изоляции $\theta_{доп}$.

Двигатель **перегружен**, если установившаяся температура $\theta_{уст}$ **больше максимально допустимой** для класса изоляции $\theta_{доп}$. Такой режим недопустим, т.к. приводит к высыханию и порче изоляции. Для предотвращения такого режима применяют электротепловые реле, отключающие двигатель от сети.

В режиме S1 работают насосы главного двигателя, вентиляторы и др. Продолжительность работы электрооборудования в режиме S1 составляет от десятков часов до десятков суток.

3 Кратковременный режим S2

Кратковременным называют режим, при котором температур двигателя τ за время работы не успевает подняться до установившейся температуры $\theta_{уст}$, но за время паузы уменьшается до температуры окружающей среды θ_0 (рис. 1, б).

Для этого режима применяют количественный показатель - «длительность работы».

Стандарты устанавливают 3 значения длительности работы электродвигателей: 10, 30 и 60 мин.

В кратковременном режиме работают лебёдки, краны, тельферы.

4 Повторно–кратковременный режим S3

Повторно–кратковременным называют режим, при котором температура двигателя τ за время работы не успевает подняться до установившейся температуры $\theta_{уст}$, а за время паузы не успевает уменьшаться до температуры окружающей среды θ_0 (рис.1, в).

Этот режим состоит из чередующихся кратковременных периодов работы $t_{раб}$ и времени пауз t_0 .

Время цикла $t_{ц}$ равно сумме периодов работы $t_{раб}$ и времени пауз t_0

$$t_{ц} = t_{раб} + t_0$$

не должно превышать 10 мин. В случае превышения 10 мин наступает кратковременный режим работы – S2.

Для повторно-кратковременного режима применяют количественный показатель - **включения двигателя, его обозначают – ПВ.**

Продолжительностью включения двигателя (ПВ, ПВ%) называют отношение времени работы двигателя к времени цикла, выраженное в относительных единицах или процентах :

$$ПВ = \frac{t_{раб}}{t_{ц}} \quad \text{или} \quad ПВ\% = \frac{t_{раб}}{t_{ц}} \cdot 100\%$$

Стандарты устанавливают 4 значения ПВ%: 15, 25, 40 и 60%. Чем больше ПВ%, тем большую часть времени цикла работает двигатель.

В повторно-кратковременном режиме работают двигатели грузовых лебёдок и кранов.

Например, три обмотки статора электродвигатель типа МАП621-4/8/24 ОМ1 с номинальными скоростями 170, 700 и 1400 об/мин имеют такие значения: ПВ% 15, 40 и 40.

Это означает, что обмотка первой скорости (ПВ% = 15%) не предназначена для длительной работы и используется как разгонная, для выхода на вторую скорость.

В то же время обмотки вторая и третья скорости (ПВ% = 40%) – рабочие, используются для перемещения груза с достаточно большими скоростями.

5 Расчет мощности и выбор электродвигателя для длительного режима работы

Определение номинальной мощности электродвигателя (ЭД) для работы в длительном режиме с постоянной нагрузкой сводится к расчету мощности P_c – исполнительного механизма, приведенной к валу двигателя (с учетом К.П.Д. передач, редукторов и т.д.), затем по полученной мощности P_c в каталогах выбирают ЭД с номинальной мощностью $P_{ном} \geq P_c$ (предварительно выбраны род тока, U , ω и конструктивное исполнение двигателя).

Номинальная мощность, указанная в каталоге является той наибольшей мощностью, при которой ЭД длительно может работать без опасности перегрева.

При постоянной нагрузке привода специальной тепловой проверки не делают (не требуется). При тяжелых условиях пуска проверяют, достаточен ли развиваемый ЭД пусковой момент.

Номинальная мощность электродвигателя при длительной переменной

Определение номинальной мощности электродвигателя (ЭД) при длительной переменной нагрузке производят:

- по методу средних потерь;
- по методу эквивалентных величин (тока, момента, мощности);
- предварительно по методу средних величин нагрузки;

Эти методы заключаются в тепловой проверке предварительно выбранного двигателя.

Метод эквивалентных величин (тока, момента, мощности)

Переменные потери в двигателе пропорциональны квадрату тока нагрузки $\Delta P_i = I^2 R$. Изменяющиеся по значению токи нагрузки заменяют эквивалентным неизменяющимся током $I_{эkv}$, который выделяет в двигателе ту же теплоту, что и изменяющиеся токи. Из выражения для ΔP_{cp} можно получить формулу для определения эквивалентного тока, заменив ΔP на I^2 :

$$I_{эkv} = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i^2 t_i}{\sum_{i=1}^n t_i};$$

Найденный эквивалентный ток $I_{\text{ЭКВ}}$ сравнивают с током $I_{\text{НОМ}}$ для двигателя, выбранного по каталогу. Двигатель выбран правильно, если номинальный ток $I_{\text{НОМ}}$, предварительно выбранного по каталогу двигателя, больше или равен рассчитанному эквивалентному току $I_{\text{ЭКВ}}$.

$$I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{ЭКВ}};$$

На практике чаще приходится рассматривать графики моментов электромеханической системы или мощностей. Если момент двигателя пропорционален току, формула эквивалентных токов превращается в формулу эквивалентного момента:

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{M^2_1 t_1 + M^2_2 t_2 + \dots + M^2_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} = \frac{\sum_{i=1}^n M^2_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i};$$

Выбор ЭД произведен правильно, если номинальный момент предварительно выбранного двигателя больше или равен рассчитанному эквивалентному моменту:

$$M_{\text{НОМ}} \geq M_{\text{ЭКВ}}.$$

Если скорость двигателя при изменении нагрузки изменяется незначительно, то можно, для выбора двигателя, определить эквивалентную мощность:

$$P_{\text{ЭКВ}} = M_{\text{ЭКВ}} \omega;$$

или:

$$P_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{P^2_1 t_1 + P^2_2 t_2 + \dots + P^2_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} = \frac{\sum_{i=1}^n P^2_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

Условием правильного выбора будет превышение или равенство номинальной мощности выбранного ЭД по отношению к $P_{\text{ЭКВ}}$.

$$P_{\text{НОМ}} \geq P_{\text{ЭКВ}}$$

Методы эквивалентных величин (момента и мощности) неприменимы для двигателей постоянного тока (ДПТ) с последовательным возбуждением, так как для ДПТ момент не пропорционален току.

Если пуск двигателя происходит под нагрузкой, выбранный двигатель подлежит обязательной проверке по мгновенной перегрузочной способности λ_m и пусковому моменту.

Мгновенная перегрузочная способность:

$$\lambda_m = \frac{M_{max}}{M_{ном}};$$

Значение λ_m приводят в таблице 3.

Таблица 3 - Перегрузочная способность λ_m для различных двигателей.

Наименование двигателя	$\lambda_m = M_{max}/M_{ном}$
ДПТ общего назначения	2
ДПТ специального назначения (тяговые)	3...4
АД с фазным ротором	2...2.5
АД с к.з. ротором нормального исполнения	1.8...3
АД глубокопазный си с 2й беличьей клеткой	1.8...2.7
Синхронные двигатели (СД)	2...2.5
СД специального назначения	3...4
Коллекторные переменного тока	2...3

Если максимальный момент нагрузки больше, чем ЭД может развить, выбирают ЭД большей мощности

Форма отчета: *фото конспекта лекции*

Срок выполнения задания 18.05

Получатель отчета: Код курса xg6kmiy