**Расчет мощности и выбор электродвигателя**

Задача расчета мощности и выбора двигателя состоит в поиске такого серийно выпускаемого двигателя, который обеспечивает заданный технологический цикл рабочей машины, его конструкция соответствует условиям окружающей среды и компоновки с рабочей машиной и при этом его нагрев не превышает нормативный (допустимый) уровень.

Важность правильного выбора двигателя определяется тем, что недостаточная его мощность может привести к невыполнению заданного технологического цикла и снижению производительности рабочей машины. При этом из-за перегрузки может иметь место повышенный нагрев двигателя и преждевременный выход его из строя.

Недопустимым является также использование двигателей завышенной мощности, так как при этом повышается первоначальная стоимость ЭП, а его работа происходит при пониженных КПД и коэффициенте мощности.

Выбор электродвигателя производится в такой последовательности: расчет мощности и предварительный выбор двигателя; проверка выбранного двигателя по условиям пуска и перегрузки и проверка его по нагреву.

Если выбранный двигатель удовлетворяет всем условиям проверки, то на этом выбор двигателя заканчивается. Если же двигатель не удовлетворяет условиям проверки на каком-то этапе, то выбирается другой двигатель (как правило, большей мощности) и проверка повторяется.

При выборе двигателя в общем случае одновременно должна выбираться и механическая передача ЭП, что позволяет в ряде случаев оптимизировать структуру ЭП. В данной главе рассматривается более простая задача, когда механическая передача уже выбрана и известны ее передаточное число (или ее радиус приведения) и КПД.

Основой для расчета мощности и выбора электродвигателя являются нагрузочная диаграмма и диаграмма скорости (тахограмма) исполнительного органа рабочей машины. При этом также должны быть известны масса (момент инерции) исполнительного органа и элементов механической передачи.

*Нагрузочная диаграмма исполнительного органа рабочей машины*представляет собой график изменения приведенного к валу двигателя статического момента нагрузки во времени *Mc(t).* Эта диаграмма рассчитывается на основании технологических данных и параметров механической передачи. Для примера приведем формулы, по которым можно рассчитать моменты сопротивления *Мс,* создаваемые на валу двигателя при работе исполнительных органов некоторых машин и механизмов:

• для подъемной лебедки



где *G* — сила тяжести поднимаемого груза, Н; *R* — радиус барабана подъемной лебедки, м; *i,* г| — передаточное число и КПД механической передачи;

• для механизма передвижения подъемных кранов



где *G —* сила тяжести перемещаемой массы, Н; *кх* — коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления движению из-за трения реборд ходовых колес о рельсы, *kl* = 1,8^-2,5; р — коэффициент трения в опорах ходовых колес, р = 0,015-5-0,15;/ — коэффициент трения качения ходовых колес по рельсам, м, / = = (5-И2) 10-4; *г —* радиус шейки оси ходового колеса, м.

• для вентиляторов



где *Q —* производительность вентилятора, м3/с; *Н —* напор (давление) газа, Па; г|в — КПД вентилятора, г|в = 0,'4-Д),85; сов — скорость вентилятора, рад/с; *к3* — коэффициент запаса, *к3* = 1,1+1,5; *i —* передаточное число механической передачи.

• для насосов



где *Q —* производительность насоса, м3/с; *Нс* — статический напор, м; А*Н —* потери напора в трубопроводе, м;# — ускорение свободного падения, м/с2, *g* = 9,81; р — плотность перекачиваемой жидкости, кг/м3; *к*з — коэффициент запаса, *кз =* 1,1-5-1,3; *гн —* КПД насоса, *гн* = 0,45ч-0,75; сон— скорость насоса, рад/с; / — передаточное число механической передачи.

Расчет моментов нагрузки других рабочих машин и механизмов рассмотрен в [1, 15].

*Диаграмма скорости*, или тахограмма, представляет собой зависимость скорости движения исполнительного органа от времени Рио(0 ПРИ его поступательном движении или соио(/) при его вращательном движении. После выполнения операции приведения эти зависимости изображаются в виде графика скорости вала двигателя во времени со(/).

На рис. 10.1, *а* приведен пример нагрузочной диаграммы. Она показывает, что данный исполнительный орган создает при своем движении в течение времени момент нагрузки *М v* а в течение времени *t2 —* момент нагрузки *М г* Из тахограммы видно (рис. 10.1, *б),*что движение И О состоит из участков разгона, движения с установившейся скоростью, торможения и паузы. Продолжительности этих участков соответственно равны / , /у, *tT,* /0, а полное время цикла составляет *tu = tp + ty + tT + tQ = t{ + t2.*



Рис. 10.1. **Диаграммы для расчета мощности двигателя:**

*а* — нагрузочная диаграмма исполнительного органа; *б* — тахограмма движения исполнительного органа; е — график динамического момента; г — нагрузочная диаграмма двигателя

Порядок расчета мощности, предварительного выбора и проверки двигателя рассмотрим на примере диаграмм рис. 10.1, *а, б.*

*Определение расчетной мощности двигателя.* Ориентировочно расчетный момент двигателя



где *М* э — эквивалентный момент нагрузки, *кз* — коэффициент запаса, учитывающий динамические режимы электродвигателя, когда он работает с повышенными токами и моментами.

Если момент нагрузки *Мс* изменяется во времени и нагрузочная диаграмма имеет несколько участков, как это показано на рис. 10.1, *а,* то *Мс* определяется как среднеквадратичная величина



где *Мс r tp —* соответственно момент и длительность /-го участка нагрузочной диаграммы; *п* — число участков цикла.

Для рассматриваемого графика движения расчетная скорость двигателя сорасч = соуст. Если скорость исполнительного органа регулируется, то расчетная скорость определяется более сложным путем и зависит от ее способа регулирования [3].

Определим расчетную мощность двигателя



*Выбор двигателя и проверка его по перегрузке и условиям пуска.* По

каталогу выбираем двигатель ближайшей большей мощности и скорости. Выбираемый двигатель при этом должен по роду и величине напряжения соответствовать параметрам сетей переменного или постоянного тока или силовых преобразователей, к которым он подключается, по конструктивному исполнению — условиям его компоновки с исполнительным органом и способам крепления на рабочей машине, а по способу вентиляции и защиты от действия окружающей среды — условиям его работы.

Выбранный двигатель проверяется по перегрузочной способности. Для этого рассчитывается зависимость момента двигателя от времени *M(t),* называемая *нагрузочной диаграммой двигателя.* Она строится с помощью уравнения механического движения (2.12), записанного в виде



Динамический момент *М* определяется суммарным приведенным моментом инерции *J* и заданными ускорением на участке разгона и замедлением на участке торможения диаграммы скорости со(/)

(см. рис. 10.1, *б).* Если принять график со(/) на участках разбега и торможения линейным, то динамический момент на этих участках



Зная график динамического момента (см. рис. 10.1, *в)* при постоянных ускорении и замедлении и зависимость *M(t),* построенную на основании (10.8), сопоставим максимально допустимый момент двигателя *Мтах* с максимальным моментом *М]* (см. рис. 10.1, *г).* Для рассматриваемого случая должно выполняться соотношение



Если соотношение (10.10) выполняется, то двигатель обеспечит заданное ускорение на участке разгона (см. рис. 10.1), если нет — график движения на этом участке будет отличаться от заданного. Для обеспечения заданного графика скорости необходимо выбирать другой более мощный двигатель и вновь повторять проверку по перегрузке до нахождения подходящего двигателя.

Для двигателя постоянного тока обычного исполнения и синхронного двигателя для асинхронного

двигателя с фазным ротором этот момент может быть принят примерно равным критическому.

При выборе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором двигатель должен быть проверен также по условиям пуска, для чего сопоставляется его пусковой момент *Мп* с моментом нагрузки при пуске *Мс* п



Для рассматриваемого примера *Мс* = *М у* Если выбранный двигатель удовлетворяет рассмотренным условиям, то далее осуществляется его проверка по нагреву.

Задача 10.1\*. Движение исполнительного органа характеризуется графиками рис. 10.1, *а, б,* при этом: Л/с| *=* 40 Н м; *Мс2* = 15 Н м; = = 20 с; *t2 =* 60 с; *tp =* 2 с; /т = 1 с; *1у =* 77 с; соуст = 140 рад/с; *J =* 0,8 кг-м2.

Определить расчетный момент и мощность двигателя и построить его нагрузочную диаграмму.

1. Расчетный момент двигателя определяем по (10.5) с учетом (10.6), а расчетную мощность — по (10.7) 

2. Для построения нагрузочной диаграммы двигателя *M(t)* определяем вначале динамические моменты на участках разбега Мдин р и торможения *Мшнт: *

3. Моменты двигателя на участках разбега Л/, и торможения *М2* определяем по (10.8):



Моменты двигателя на участках установившегося движения - /р) и (*t2 - tT)* равны моментам нагрузки Мс1 и *Мс2,* поскольку динамический момент на них равен нулю.

**Д/З Конспект лекции**