

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра деталей машин и прикладной механики

В.М.КУШНАРЕНКО, Г.А.КЛЕЩАРЕВА

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИВОДОВ ПРИБОРОВ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2003

ББК 30.121я7
К 99
УДК 531.8(075.8)

Рецензент
кандидат технических наук, доцент Ю.А. Чирков

В.М.Кушнарeнко, Г.А.Клещарева
К 99 **Кинематический расчет приводов приборов. Методические указания по прикладной механике - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003- 23 с.**

Методические указания предназначены для кинематического расчета электромеханических приводов приборов. Приводятся методики, позволяющие осуществить подбор двигателя для ЭМП, а также разработать кинематические схемы механизмов ЭМП.

Данные Методические указания окажут помощь студентам специальности 200800 - Проектирование и технология радиоэлектронных средств в изучении дисциплины «Прикладная механика».

ББК 30.121я7

ISBN.....

© Кушнарeнко В.М.
Клещарева Г.А.
© ГОУ ОГУ, 2003

Введение

Электромеханические приводы (ЭМП), состоящие из двигателя и механической передачи, широко применяются в вычислительной технике, радиоэлектронной и оптико-механической аппаратуре, а также в других устройствах для передачи движения на исполнительный орган (нагрузку). Совершенство конструкции ЭМП во многом зависит от того, насколько правильно выбраны и рассчитаны элементы привода. В МУ приведена методика кинематического расчета приводов приборов.

1 Выбор электродвигателя для ЭМП

Исходными данными для проектного расчета являются: назначение, конструктивное оформление, параметры нагрузки и условия эксплуатации ЭМП. Выбор электродвигателя обычно осуществляется в два этапа [2]: сначала устанавливают возможные для применения типы двигателей, а затем из намеченных типов подбирают конкретный двигатель для разрабатываемого ЭМП.

1.1 Определение типа (серии) электродвигателя

Для установления типа электродвигателя необходимо проанализировать требования к ЭМП, указанные в задании, и составить перечень требований, предъявляемых к эксплуатационным и электромеханическим параметрам двигателя:

- регулируемый, нерегулируемый;
- нерегулируемый длительного действия, кратковременный, следящий;
- максимальный статический момент, момент инерции (изменяются или не изменяются).
- для нерегулируемых двигателей – требование к стабильности вращения, для регулируемых – диапазон регулирования и быстродействие;
- ток (постоянный, переменный), значение питающего напряжения и частота (при переменном токе) и их допустимые отклонения. Требование к долговечности, габаритам, массе, стойкости к механическим и климатическим воздействиям (вибрациям, влажности, давлению, температуре), бесшумности, помехозащищенности и т.д., а также к обслуживанию, рабочему положению двигателя и способу его крепления в ЭМП.

Установленные требования к электромеханическим и другим параметрам двигателя ранжируются разработчиком по степени важности, а затем методом последовательного перебора этих требований и параметров реальных двигателей по справочным данным (см. Приложение А) устанавливают приемлемые типы (серии) двигателей.

В процессе поиска можно руководствоваться следующими основными рекомендациями. Для нерегулируемого привода целесообразно применять наиболее простые и надежные в эксплуатации двигатели общего назначения.

Эти двигатели обычно работают в нормальном режиме и во включенном состоянии их скоростью не управляют. При подборе двигателя для работы в режиме длительного действия в первую очередь следует обратить внимание на двигатели с большим ресурсом работы, высоким КПД и с желательным видом механической характеристики. Если режим работы ЭМП кратковременный или повторно-кратковременный, то следует отдать предпочтение двигателям с большими пусковыми моментами.

Для привода с повышенными требованиями к стабильности частоты вращения применяют синхронные двигатели и двигатели постоянного тока с регуляторами или стабилизаторами частоты вращения.

В дискретных системах автоматического и программного управления, настройки, в счетно-решающих устройствах, лентопротяжных и других устройствах можно применять шаговые двигатели. Они хорошо сочетаются с цифровыми системами управления. В ряде случаев применение шагового двигателя позволяет снизить требования к схеме автоматического управления и повысить надежность ЭМП. Управление шаговыми двигателями осуществляется по командам, подаваемым со специального коммутатора.

Если разрабатываемый привод относится к следящим (управляемым), то применяют исполнительные (управляемые) двигатели. Поскольку для следящих приводов наиболее характерны частые пуски, реверсы, остановки и изменение скорости, для ЭМП следует применять двигатели с «мягкой» характеристикой, с малым значением электромеханической постоянной и требуемым диапазоном регулирования. Наиболее часто для следящих приводов применяют асинхронные двигатели и двигатели постоянного тока.

Асинхронные двигатели обладают следующими достоинствами: малым моментом инерции ротора, высоким быстродействием, широким диапазоном регулирования ($n_{\max}/n_{\min} = 100 \dots 200$), бесшумностью работы. Недостатками этого типа двигателей являются низкий КПД, большая масса и габариты (в 2...4 раза больше, чем у двигателей с короткозамкнутым ротором), а также малая кратность максимального момента ($M_{\max}/M_{\text{ном}} = 1,2 \dots 2,5$, где M_{\max} и $M_{\text{ном}}$ – максимальный и номинальный моменты электродвигателя).

Электродвигатели постоянного тока, по сравнению с двигателями переменного тока, имеют более высокий КПД и большую кратность пускового момента $M_{\text{п}}$ ($M_{\text{п}}/M_{\text{ном}} = 3 \dots 10$), меньшие габариты и массу. С учетом этих достоинств разработчику рекомендуется рассмотреть возможность применения двигателя постоянного тока даже при наличии питающей сети переменного тока, предусмотрев в электрической схеме выпрямитель. Основным недостатком двигателей постоянного тока является наличие коллектора, что ограничивает их применение из-за возникновения искрения (по этой причине такие двигатели нельзя применять во взрывоопасной среде) при скольжении щеток по пластинам коллектора; это создает радиопомехи, а также вызывает необходимость периодического осмотра и ремонта. Применение безколлекторных двигателей постоянного тока (с

полупроводниковым коммутатором) позволяет устранить указанные недостатки.

Исполнительные двигатели при соответствующем включении могут использоваться как двигатели общего назначения. Последние не могут выполнять функции исполнительных двигателей.

Уже на этом этапе выбора нужно учесть требования, предъявляемые к двигателю, а именно: его габариты и условия эксплуатации, рабочее положение, способ его установки, крепления и соединения с элементами привода.

С учетом паспортных данных и требований к параметрам двигателей намечают необходимую серию двигателей для дальнейшего применения.

1.2 Выбор типоразмера электродвигателя

Конкретный двигатель из намеченной серии выбирают с учетом расчетной (требуемой) мощности двигателя, которая должна быть достаточна для перемещения рабочего элемента в соответствии с ТЗ. Порядок определения расчетной мощности двигателя P_p зависит от параметров нагрузки (статической или динамической) и компоновочной схемы ЭМП, которая условно может быть выполнена в четырех основных вариантах независимо от пространственной ориентации элементов ЭМП /2/.

Вариант 1 (рисунок 1а). ЭМП имеет один выход. В этом случае расчетную мощность электродвигателя определяют по формуле

$$P_p = \frac{P_n}{\eta_o}, \quad (1)$$

где P_n – мощность нагрузки на выходном валу; η_o – КПД цепи выходной вал – нагрузка.

Вариант 2 (рисунок 1б). ЭМП имеет несколько выходных валов с параллельным разветвлением потока мощности. Для схемы с двумя выходными валами

$$P_p = \frac{P_{n1}}{\eta_1} + \frac{P_{n2}}{\eta_2}, \quad (2)$$

где P_{n1} и P_{n2} – мощности нагрузок первого и второго потоков соответственно.

Вариант 3 (рисунок 1в). ЭМП имеет единую кинематическую цепь с несколькими выходными валами. Для случая с двумя выходными валами

$$P_p = \left(\frac{P_{n2}}{\eta_{1,2}} + P_{n1} \right) / \eta_1, \quad (3)$$

где $\eta_{1,2}$ – КПД между выходными валами; η_1 – КПД цепи двигатель-первый выходной вал.

Вариант 4 (рисунок 1г). ЭМП имеет кинематическую цепь, которая может быть выполнена по любому из указанных выше вариантов.

Отличие заключается в том, что в приводе используются два двигателя, работающие на одну нагрузку. Это позволяет повысить надежность ЭМП, снизить его габариты и стоимость (до 20 %).