

ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

БРАЙАН СИСЛЕП (BRYAN SISLER)

Знание основных типов нагрузок, электродвигателей и изделий, в которых они применяются, может упростить выбор электродвигателя и принадлежностей к нему.

При выборе электродвигателя следует учитывать множество факторов, в том числе целевое назначение, требующиеся эксплуатационные и механические характеристики, а также предполагаемые внешние воздействия. Возможные варианты таковы: электродвигатель переменного тока, электродвигатель постоянного тока (рис. 1) или серводвигатель (шаговый электродвигатель). Конечный выбор в основном зависит от того, для какого промышленного изделия подбирается электродвигатель, и от наличия особых потребностей.

В зависимости от характера нагрузки это может быть электродвигатель с постоянной или переменной частотой вращения и мощностью. Крутящий момент и мощность определяются величиной нагрузки, необходимой частотой вращения, а также разгоном и торможением (особенно если они быстрые и/или частые). Кроме того, следует учитывать требования к регулированию частоты вра-

щения и управлению положением ротора.

ТИПЫ НАГРУЗОК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Существует четыре типа нагрузок электродвигателей промышленной автоматики:

- переменная мощность и постоянный крутящий момент;
- переменный крутящий момент и постоянная мощность;
- переменные мощность и крутящий момент;
- управление положением ротора или регулирование крутящего момента.

К изделиям с переменной мощностью и постоянным крутящим моментом относятся транспортеры, краны и редукторные насосы. Крутящий момент у них постояен, так как нагрузка не меняется. Требуемая мощность может различаться в зависимости от типа изделия, поэтому хорошим выбором в этом случае будут электродвигатели постоянного

тока с постоянной частотой вращения ротора.

Пример изделия с переменным крутящим моментом и постоянной мощностью — станок для перемотки бумаги. Скорость подачи материала постоянна, поэтому мощность не меняется. Нагрузка, однако, меняется по мере увеличения диаметра рулона. Для небольших систем такого рода хорошо подойдут электродвигатели постоянного тока или серводвигатели. Другой важный фактор в этом случае — энергия рекуперации, которую следует учитывать при выборе размера электродвигателя или метода регулирования мощности. В более крупных системах, возможно, целесообразнее будет использовать электродвигатели переменного тока с датчиками перемещений, регулирование с обратной связью и приводе, работающие в четырех квадрантах.

Для вентиляторов, центробежных насосов и мешалок требуются переменные мощность и крутящий момент. С увеличением частоты вращения ротора электродвигателя растет и мощность на нагрузке, а с нею требующиеся номинальная мощность и крутящий момент. При нагрузках такого типа начинает играть важную роль КПД двигателя. В подобных изделиях применяются электродвигатели переменного тока с инверторным управлением и частотно-регулируемые приводы.

В линейных приводах, которые должны обеспечивать точное перемещение во множество положений, требуется управление положением или регулирование крутящего момента ротора с малой погрешностью, а зачатую и обратная связь для проверки правильности положения. Для этих целей лучше всего подходят

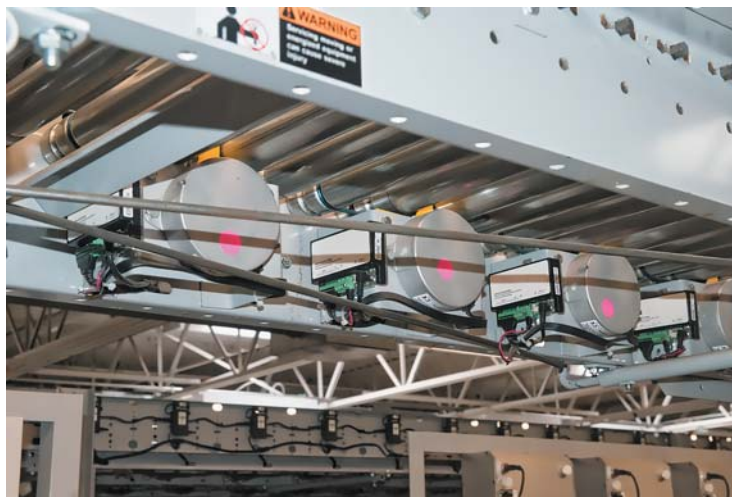


РИС. 1. ►

Электродвигатели постоянного тока хорошо подходят для применения в изделиях с невысокой стоимостью, низкой частотой вращения ротора или постоянным крутящим моментом — например, таких, как этот ленточный транспортер

серводвигатели и шаговые двигатели, но наряду с ними часто применяются электродвигатели постоянного тока с обратной связью или электродвигатели переменного тока с инверторным управлением и датчиком перемещения, которые позволяют с малой погрешностью регулировать крутящий момент на металлургических и бумагоделательных линиях, а также в других аналогичных применениях.

ТИПЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Электродвигатели бывают двух основных разновидностей — переменного и постоянного тока, но они, в свою очередь, разделяются более чем на три десятка типов.

Несмотря на большое разнообразие, промышленные применения электродвигателей имеют между собой много общего, и под влиянием рыночных механизмов практический ассортимент типов электродвигателей в большинстве применений сузился. Шесть наиболее распространенных типов электродвигателей, которые можно использовать в подавляющем большинстве изделий, — это бесколлекторные и коллекторные электродвигатели постоянного тока, электродвигатели переменного тока с короткозамкнутым и фазным ротором, серводвигатели и шаговые электродвигатели. Прочие типы электродвигателей применяются только в изделиях специального назначения.

ТРИ ОСНОВНЫХ ТИПА ИЗДЕЛИЙ ПО РЕЖИМУ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Три основных типа изделий по режиму работы электродвигателя — это изделия с постоянной частотой вращения, переменной частотой вращения и управлением положением (или регулированием крутящего момента) ротора. В различных изделиях промышленной автоматики требуются разные режимы, и набор вопросов, на который приходится отвечать при выборе электродвигателя, может также различаться (рис. 2).

Например, если требуется максимальная частота вращения ротора меньше номинальной, может понадобиться редуктор. Возможно, для этой цели удастся подобрать более

компактный электродвигатель, частота вращения ротора которого будет обеспечивать более высокий КПД. В Интернете есть большое количество информации о том, как выбрать электродвигатель по размеру, но пользователям необходимо принимать во внимание и другие факторы. Для расчета момента инерции нагрузки, крутящего момента и частоты вращения ротора требуется знать такие параметры, как полная масса и размер (радиус) нагрузки, а также коэффициент трения, потери на редукторе и цикл работы машины. Кроме того, во избежание перегрева электродвигателя необходимо учитывать изменение нагрузки, темп разгона или торможения и рабочий цикл изделия.

Определившись с типом и размером электродвигателя, пользователю нужно также учесть влияние внешних факторов и выбрать исполнение — например, открытое или в кожухе из нержавеющей стали для работы во влажной среде.

ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ: ТРИ ВОПРОСА

Даже после того, как все эти решения приняты, пользователю необходимо ответить на следующие три вопроса, прежде чем сделать окончательный выбор.

Требуется ли постоянная частота вращения ротора?

В изделиях с постоянной частотой вращения ротора электродвигатель

часто работает на приблизительно установленной частоте, а характеристики разгона и торможения роли практически не играют. В этом случае обычно применяется релейное управление с питанием непосредственно от сети. Цепи управления часто состоят из ответвления с предохранителем и контактором, устройства защиты от перегрузки при пуске и ручного регулятора электродвигателя или устройства плавного пуска.

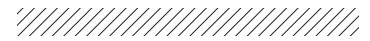
Для изделий с постоянной частотой вращения ротора подходят электродвигатели переменного и постоянного тока. Электродвигатели постоянного тока обеспечивают номинальный крутящий момент при нулевой частоте вращения; этот тип электродвигателей очень популярен. Электродвигатели переменного тока — тоже хороший выбор, так как они характеризуются высоким коэффициентом мощности и нетребовательны в обслуживании. Серводвигатель или шаговый двигатель с высокими эксплуатационными характеристиками был бы излишним для простого изделия.

Требуется ли переменная частота вращения ротора?

Изделия с переменной частотой вращения ротора обычно требуют изменения линейной скорости и частоты вращения с малой погрешностью, а также четко определенных характеристик разгона и ускорения. Уменьшение частоты вращения ротора в таких изделиях,



РИС. 2. ◀ Асинхронные электродвигатели переменного тока часто выбирают для промышленных машин с вращательным движением рабочего органа



как вентиляторы и центробежные насосы, часто позволяет повысить КПД за счет согласования мощности с нагрузкой вместо работы на максимальной частоте с пропорциональным регулированием или демпфированием. Это важно для конвейерных систем, например линий бутылочно-розлива.

Электродвигатели как переменного, так и постоянного тока с приводами соответствующего типа эффективно работают в изделиях с переменной частотой вращения ротора. На протяжении длительного времени привод с электродвигателем постоянного тока был единственным вариантом для изделий с переменной частотой вращения ротора, и компоненты для этой комбинации хорошо отработаны и проверены временем. Даже сейчас электродвигатели постоянного тока широко применяются в маломощных (менее 1 л. с.) изделиях этого типа, а также оказываются полезными в изделиях с низкой частотой вращения ротора, так как обеспечивают номинальный крутящий момент на низкой частоте вращения и постоянный крутящий момент в широком диапазоне частот.

Слабой стороной электродвигателей постоянного тока может быть обслуживание, так как во многих из них для коммутации используются щетки, которые со временем изнашиваются от контакта с подвижными частями. Бесколлекторные электродвигатели постоянного тока свободны от этого недостатка, но дороже в приобретении, а их ассортимент — уже.

Избавлены от этой проблемы и асинхронные электродвига-

тели переменного тока, а в комплекте с частотно-регулируемым приводом (рис. 3) они позволяют получить более высокий КПД в изделиях мощностью более 1 л. с., таких как вентиляторы и насосы. Некоторые типы приводов предусматривают обратную связь по положению. Если этого требует характер изделия, можно дополнить электродвигатель датчиком перемещений и выбрать привод, использующий сигнал от этого датчика для обратной связи. Такая конфигурация может обеспечить такое же регулирование частоты вращения ротора, как в серводвигателе.

Требуется ли управление положением ротора?

Управление положением ротора электродвигателя с малой погрешностью обеспечивается путем непрерывной проверки его положения в процессе вращения. В изделиях, где требуется, например, задавать положение линейного привода, можно применять шаговый электродвигатель с обратной связью или без таковой, а также серводвигатель со встроенной обратной связью.

Шаговый электродвигатель предназначен для перемещения в заданное положение на умеренной скорости с последующим сохранением этого положения. Шаговый электродвигатель без обратной связи по положению обеспечивает весьма точное управление положением ротора, если правильно выбрать его размер, а также перемещение на точно заданное число шагов (если только он не столкнется с изменением нагрузки, превышающим его возможности).

С ростом требуемой частоты вращения и динамических нагрузок шаговый привод без обратной связи может уже не обеспечить нужных характеристик системы, и тогда понадобится шаговый привод с обратной связью или сервопривод.

Система с обратной связью обеспечивает точное высокоскоростное перемещение по заданному профилю и регулирование положения ротора. Серводвигатель обеспечивает больший крутящий момент на высоких частотах вращения в сравнении с шаговым электродвигателем, а также эффективнее работает в изделиях, характеризующихся высокими динамическими нагрузками или сложным характером перемещения.

Для быстрого и/или резкого перемещения с малым перерегулированием по положению момент инерции нагрузки должен быть как можно лучше согласован с моментом инерции серводвигателя. Распределение в пропорции до 10:1 приемлемо в некоторых применениях, но оптимальным является согласование 1:1.

Уменьшение частоты вращения посредством редуктора — оптимальный способ решить проблему рассогласования моментов инерции, поскольку момент инерции нагрузки обратно пропорционален квадрату передаточного отношения редуктора. При этом в расчетах необходимо учитывать момент инерции редуктора.

ЗНАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Производители предлагают широкий ассортимент электродвигателей для промышленных применений. Шаговые электродвигатели, серводвигатели, электродвигатели переменного и постоянного тока пригодны для использования в большинстве типов изделий промышленной автоматики, но оптимальный выбор электродвигателя зависит от характера изделия. Пользователям следует выбирать электродвигатель для своего изделия, учитывая, какой требуется режим работы — постоянная частота вращения, переменная частота вращения или управление положением ротора, — и в тесном взаимодействии с поставщиками электродвигателя и привода. ●



РИС. 3. ► Сочетание электродвигателя постоянного тока с частотно-регулируемым приводом широко применяется для повышения КПД и эффективно работает в разнообразных изделиях с переменной частотой вращения ротора