**Реферат**

**Электроприводы**

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОБ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ**

Чтобы привести в движение любой исполнительный механизм, требуется двигатель, преобразующий какой-либо вид энергии в механическую энергию, а также система механических передач между валом двигателя и исполнительным механизмом. В настоящее время они практически полностью вытеснены электродвигателями. Применение электродвигателей для привода в движение исполнительных механизмов обусловлено рядом их преимуществ перед другими двигателями. К этим преимуществам следует отнести возможность изготовления электродвигателей практически любой мощности, простоту устройства и управления, надежность эксплуатации, возможность автоматизации.

Электромеханическое устройство, состоящее из электродвигателя, передаточных механизмов, соединяющих электродвигатель с исполнительным механизмом, и элементов управления и автоматизации, называют электроприводом.

Основным элементом электропривода является электродвигатель. К нему же относятся все электрические аппараты, приборы и вспомогательные двигатели, используемые для управления электродвигателем. Если электродвигатель питается от преобразователя (тока, частоты и т. д.), то он также является частью электропривода.

Электропривод - основной механизм, применяемый при механизации и автоматизации производственных процессов. Применение электродвигателей позволяет заменить ручной труд механизированным в самых различных условиях, избавляет от необходимости использовать передаточные механизмы, так как электродвигатель может быть изготовлен в едином корпусе с исполнительным механизмом и любой мощности.

Автоматизация производственных процессов связана с применением электропривода, поскольку автоматизировать работу электрических цепей достаточно просто. Применение различных электрических аппаратов и приборов освобождает человека от ручных переключений в электрических цепях для управления электродвигателем (пуск, остановка, реверсирование, изменение скорости), а следовательно, и исполнительным механизмом. Использование автоматизированного электропривода позволяет увеличить производительность труда не только за счет высвобождения рабочих рук, но и за счет увеличения скорости выполнения операций и мощности производственных агрегатов, уменьшения времени простоев оборудования и обеспечения оптимизации технологических процессов.

Следующим шагом в применении автоматизированного электропривода является создание автоматических линий, то есть системы машин, выполняющих в определенной последовательности серию операций, приводимых в движение электродвигателями с автоматическим управлением. Роль человека в этом случае сводится в основном к наладке электрического оборудования, наблюдению и уходу за ним.

**РЕЖИМ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

Так как электродвигатель - главный элемент электропривода, рассмотрим основные режимы его работы.

На валу электродвигателя исполнительным механизмом создается тормозной момент Мт. Чтобы двигатель продолжал устойчивое вращение, он должен развивать вращающий момент М, равный по значению тормозному моменту Мт. Различные механизмы, вращаемые электродвигателем, могут создавать постоянный или изменяющийся во времени тормозной момент, то есть потребляют постоянную или изменяющуюся по значению мощность. Потребляемая исполнительным механизмом мощность Р - это мощность на валу электродвигателя, то есть его полезная мощность. Подводимая к двигателю электрическая мощность Рс больше мощности Р на значение потерь Рп в электродвигателе. Эти потери мощности затрачиваются на нагревание обмоток, стали магнитопровода, других частей двигателя.

При постоянной мощности на валу двигателя происходит постоянное выделение теплоты и температура частей двигателя повышается. С ростом температуры увеличивается теплоотдача в окружающую среду. При достижении некоторого значения температуры происходит выравнивание теплоты, выделяющейся в двигателе, и теплоты, отдаваемой в то же время в охлаждающую среду. При этих условиях прекращается повышение температуры, она достигает установившегося значения.

Если принять, что в тепловом отношении электрический двигатель - однородное тело, то можно написать уравнение теплового баланса двигателя:



где Q - количество теплоты, выделяемое в двигателе в единицу времени, Дж/с; С - теплоемкость двигателя - количество теплоты, необходимое для повышения температуры двигателя на 1 °С, Дж/°С; А - теплоотдача двигателя - количество теплоты, отдаваемой двигателем в охлаждающую среду в единицу времени при разности температур в 1 °С, Дж/(с·°С); υ - превышение температуры двигателя над температурой охлаждающей среды, °С; t - время, с.

Разделяя переменные в уравнении теплового баланса, имеем



После интегрирования этого уравнения получим



Обозначим υ0 превышение температуры двигателя над температурой охлаждающей среды в момент t=0. С учетом этого условия из предыдцщего уравнения получаем



где Т=С/А - постоянная времени.

При нагреве двигателя за время t→∞ превышение температуры двигателя над температурой охлаждающей среды принимает установившееся значение υу и из предыдущего уравнения получаем, что



С учетом этого равенства



Из этого выражения видно, что превышение температуры двигателя увеличивается во времени по экспоненциальному закону. За промежуток времени 4Т превышение температуры двигателя достигает значения, которое лишь на 2% меньше установившегося.

Поэтому ко времени t=4Т процесс нагрева двигателя можно считать законченным (у маломощных двигателей открытого исполнения постоянная времени Т составляет 20-30 мин).

Чем больше мощность, развиваемая двигателем, тем больше ток в рабочих обмотках, а следовательно, большее количество теплоты выделяется в двигателе и, тем большее значение имеет установившаяся температура. Следовательно, установившаяся температура υу зависит от мощности Р на валу двигателя. На рисунке показано, как с изменением мощности (по сравнению с номинальной) меняется значение υу.



Изменение во времени превышения температуры двигателя над температурой охлаждающей среды при разных мощностях нагрузки (P2ном - номинальная мощность на валу двигателя)

При отключении двигателя от электрической сети Q=0 и из (15.2) получим



то есть превышение температуры двигателя над температурой охлаждающей среды уменьшается по экспоненциальному закону.



Изменение превышения температуры двигателя при его охлаждении

Если при включении двигателя его температура была равна температуре окружающей среды, то υ0=0. Такие условия имеют место тогда, когда двигатель включают под нагрузку после длительной остановки. Если включить двигатель, когда после отключения его температура еще не успела уменьшиться до температуры охлаждающей среды, то υ0> 0 и изменение υ происходит по другому закону



Изменение превышения температуры двигателя при разных значениях температуры охлаждающей среды

Механические устройства, приводимые во вращение двигателем, в процессе работы создают различные тормозные нагрузки на его валу, начиная от режима холостого хода, когда Р=0, и кончая номинальным режимом, когда Р=Рном, или даже режимом перегрузки, когда Р>Рном Поэтому кривые, соответствующие изменению мощности во времени, называемые графиками нагрузки двигателя, могут быть самыми различными. Все разнообразие графиков нагрузки можно объединить в три группы, которые определяют три основных режима работы двигателя: продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный.

Продолжительным режимом работы называется такой режим, когда двигатель работает с неизменной нагрузкой такое длительное время, что превышение температуры υ двигателя достигает значения υу. Вид графиков нагрузки продолжительного режима приведен на рисунке.



Графики нагрузки продолжительного режима работы двигателей: а) - при постоянной нагрузке; б) - при изменяющейся нагрузке

В этом режиме с постоянной нагрузкой работают электродвигатели, приводящие во вращение насосы, вентиляторы, компрессоры, воздуходувные установки, бумагоделательные машины и т. д.

При кратковременном режиме двигатель вначале работает короткий промежуток времени, за который не успевает нагреться до установившейся температуры, затем следует длительный период, когда двигатель не работает и охлаждается до температуры окружающей среды. Кратковременный режим работы характерен для двигателей редко работающих механизмов, таких, как затворы шлюзов, подъемные механизмы разводных мостов, механизмы убирающихся шасси самолетов и т. д. Вид графиков нагрузки двигателя кратковременного режима приведен на рисунке.



Графики нагрузки кратковременного режима

Повторно-кратковременным режимом работы двигателя называется такой режим, при котором периоды работы под нагрузкой чередуются с периодами отключения машины, причем как рабочие периоды, так и паузы не настолько длительны, чтобы превышение температуры могло достигнуть установившегося значения.

В повторно-кратковременном режиме работает большая группа электродвигателей, приводящих в движение подъемно-транспортные механизмы, прессы, штамповочные машины, металлообрабатывающие станки. Пример графика нагрузки повторно-кратковременного режима приведен на рисунке.



График нагрузки повторно-кратковременного режима

Показанное на этом же рисунке изменение превышения температуры υ двигателя представляет собой линию, состоящую из чередующихся отрезков нагрева в периоды работы двигателя под нагрузкой и охлаждения в периоды пауз.

В каждый следующий период работы двигателя температура его увеличивается, но не достигает установившегося значения.

Время цикла tц повторно-кратковременного режима складывается из промежутка времени tр работы двигателя и промежутка паузы t0.Режим считается повторно-кратковременным, если время цикла tц≤10 мин.

Если время цикла больше, то режим считается продолжительным. Условия работы двигателя в повторно-кратковременном режиме зависят от соотношения времени работы двигателя и времени паузы. Для графика нагрузки этого режима введено понятие продолжительности включения (ПВ), под которой понимается отношение времени работы двигателя ко времени цикла (%):



Стандартные значения ПВ составляют 15, 25, 40 и 60%.

**ВЫБОР МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

Как было показано, для каждого двигателя установившееся значение температуры υу зависит от мощности нагрузки. Из всех материалов, применяемых в электродвигателях, изоляция обмоток имеет наименьшее значение допустимой температуры нагрева. Поэтому эта температура определяет то значение мощности нагрузки, которое можно приложить к валу данного двигателя. Это значение мощности определяется из условия, что температура нагрева различных частей двигателя должна быть меньше или равна допустимой температуре нагрева изоляции обмотки.

Для каждого класса изоляции допустимое превышение температуры нагрева изоляции зависит от температуры окружающей среды, которая стандартом принята равной 40°С. При температуре окружающей (охлаждающей) среды 40°С установлены следующие значения допустимого превышения температуры изоляции: для класса А (пропитанные жидкими электроизоляционными материалами хлопчатобумажные ткани и волокнистые материалы из целлюлозы и шелка) - 60 °С, для класса Е (некоторые синтетические органические пленки, эмалевая изоляция проводов, изоляция на основе поливинилацетатных и других смол) - 75 °С.

Поэтому в каталогах и паспорте двигателя указывают мощность, соответствующую температуре окружающей среды 40°С. Если температура окружающей среды меньше или больше этого значения, то допускается соответственно увеличение или уменьшение мощности нагрузки по сравнению с указанной в паспорте.

Для приведения во вращение производственного механизма, имеющего заданный график нагрузки (нагрузочную диаграмму), требуется электродвигатель определенной мощности, для которого допустимое превышение температуры υдоп>υу. Если будет взят двигатель повышенной мощности, то υу будет меньше υдоп, что приведет к недоиспользованию возможностей двигателя, к неоправданному увеличению капиталовложений, массы и габаритов установки. Если будет взят двигатель заниженной мощности, то υу будет больше υдоп. Это приведет к температурной перегрузке изоляции, срок службы которой резко сократится (при эксплуатации двигателя в нормальных условиях срок службы изоляции составляет 15-20 лет). Имеются данные, что перегрузка двигателя на 25% приводит к износу изоляции в течение 1,5 месяца. Поэтому правильный выбор мощности двигателя имеет большое технико-экономическое значение.

Таким образом, основным критерием выбора мощности является нагрев двигателя. Для выбора мощности двигателя по условиям нагрева необходимо знать график нагрузки производственного механизма. После этого производят проверку двигателя выбранной мощности на перегрузочную способность как в момент пуска, так и в периоды работы с повышенной мощностью.

В продолжительном режиме работы при неизменной нагрузке выбор номинальной мощности двигателя Рном не представляет затруднений. Если температура окружающей среды равна 40°С, то мощность двигателя должна удовлетворять условию Рном≥Р. Зная мощность нагрузки Р, выбирают такой двигатель, мощность которого является ближайшей большей или равной мощности нагрузки.

В продолжительном режиме работы при переменной нагрузке предварительно выбирают мощность двигателя по средней мощности нагрузки Рср из условия Рном>Рср, а затем проводят проверочный расчет. Все методы проверки выбора мощности двигателя основаны на условии, что средние потери мощности в двигателе при работе по переменному графику нагрузки за рабочий цикл не должны превышать номинальных потерь мощности при работе двигателя с постоянной номинальной нагрузкой: Рп.ср<Рп.ном.Средние потери мощности рассчитывают по формуле на основании графика нагрузки:



Если выполнено условие Рп.ср<Рп.ном, то температура двигателя не будет превышать допустимое для изоляции значение. Если в результате расчетов получают, что Рп.ср>Рп.ном, то необходимо взять двигатель следующей, большей, мощности по каталогу и повторить проверочный расчет.

Этот метод проверки, хотя и является самым точным, для определения потерь мощности Рпi требует предварительного расчета тока, а затем расчета потерь мощности. Поэтому на практике чаще применяют другие методы, основанные на расчете эквивалентных величин (тока, момента и мощности).

Эквивалентными называют такие постоянные значения тока, момента и мощности, при которых в двигателе имеют место такие же потери мощности, как и при работе этого двигателя с переменной нагрузкой.

Потери мощности в двигателе состоят из постоянных потерь (потери в стали, на трение в подшипниках, вентиляционные), не зависящих от нагрузки, и переменных потерь, пропорциональных квадрату тока и, таким образом, зависящих от нагрузки. Принимая во внимание только переменные потери мощности, из предыдущего уравнения получим для эквивалентного тока



Если получают, что Iэк≤Iном, то двигатель выбран правильно (Iном - номинальный ток двигателя).

Когда график переменной нагрузки продолжительного режима не имеет периодов холостого хода, то для двигателей с мало меняющейся частотой вращения применяют метод эквивалентной мощности, определяемой по формуле, аналогичной предыдущей:



Расчет эквивалентной мощности производят непосредственно по графику нагрузки. Поэтому это наиболее простой метод. Он применим для двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением, асинхронных двигателей, работающих на естественной характеристике, и синхронных двигателей.

Проверка двигателя на перегрузочную способность заключается в сравнении максимального момента нагрузки, определяемого графиком нагрузки, с максимальным моментом Мmах, развиваемым двигателем. Максимальный момент двигателя превышает номинальный момент в γ раз и величина  называется коэффициентом перегрузочной способности двигателя. Для двигателей постоянного тока γ=2÷2,5 (определяется условиями коммутации), для асинхронных двигателей γ=1,7÷2,5. Зная номинальный момент для выбранного двигателя, определяют Мтах=γМном и сравнивают его с максимальным моментом нагрузки. Если Мтах двигателя меньше максимального момента нагрузки, то необходимо взять двигатель большей мощности. Чем более неравномерен график нагрузки, тем более вероятно, что мощность двигателя будет определяться максимальной мощностью нагрузки.

При тяжелых условиях пуска двигателя производят его проверку по пусковому моменту. Для кратковременного режима работы мощность двигателя выбирают из условия, что его максимальный момент Мmax должен быть больше максимального момента нагрузки, а затем проверяют по пусковому моменту. При повторно-кратковременном режиме работы можно выбрать специальный двигатель, предназначенный для работы в этом режиме, номинальная мощность которого определена для одного из значений ПВ (15, 25, 40 или 60%). Определив ПВ по графику нагрузки, выбирают двигатель из условия, что Рном≥Р. Если по графику нагрузки получается нестандартное значение ПВ, то мощность двигателя определяют из условия



где Р - мощность по графику нагрузки (см. рис. 15.6); ПВ - нестандартное значение продолжительности включения по графику нагрузки; ПВпасп - стандартное значение продолжительности включения, указанное в паспорте двигателя.

Мощность двигателя выбирают по соотношению



Так же производят расчет мощности двигателя при замене его двигателем с другим значением ПВ.

Если повторно-кратковременный режим характеризуется ступенчатым графиком нагрузки (рисунок),



Ступенчатый график нагрузки повторно-кратковременного режима

электропривод двигатель мощность тепловой

то предварительно определяют эквивалентную мощность за период работы:



и продолжительность включения



Затем мощность двигателя выбирают удовлетворяющей соотношению , подставляя вместо Р эквивалентную мощность Рэк.

**ВЫБОР ТИПА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

При выборе типа электродвигателя определяющими являются технические данные производственного механизма: частота вращения, ее постоянство или необходимость глубокого регулирования, мощность, условия пуска (под нагрузкой или на холостом ходу) и др., а также вопросы экономики: стоимость установки и ее эксплуатации, необходимость регулирования коэффициента мощности и т. д.

В тех случаях, когда необходимо поддерживать постоянную частоту вращения при значительной мощности и редких пусках, выбирают синхронные двигатели, частота вращения которых при постоянной частоте переменного напряжения остается постоянной при любой нагрузке. Кроме того, синхронные двигатели одновременно являются компенсирующими устройствами, повышающими коэффициент мощности предприятия. Их применяют в приводах насосов, вентиляторов, компрессорных установок, преобразовательных агрегатов и др.

Двигатели постоянного тока используют в тех случаях, когда требуется широкий диапазон плавного регулирования частоты вращения и необходимо часто останавливать и реверсировать двигатель.

При небольшом диапазоне регулирования частоты вращения применяют двигатели постоянного тока параллельного возбуждения при питании от сети постоянного тока неизменного напряжения. При широком диапазоне регулирования частоты вращения и частых пусках удобен также двигатель параллельного возбуждения, но с питанием от отдельного источника, напряжение которого изменяется в широких пределах. Такие условия имеют место в приводах мощных реверсивных прокатных станов, крупных металлообрабатывающих станков, шахтных подъемников и лифтов высотных зданий, мощных экскаваторов.

Двигатели постоянного тока последовательного возбуждения благодаря своей мягкой механической характеристике и большому пусковому моменту нашли применение в основном на электрическом транспорте, для привода подъемных кранов, некоторых вспомогательных механизмов прокатных станов.

Так как для большинства механизмов не требуется регулировать частоту вращения или поддерживать ее постоянной, то самыми распространенными являются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. Они просты по устройству и эксплуатации, надежны и дешевы. В некоторых установках, где требуется регулировать частоту вращения в узких пределах, где необходим большой пусковой момент, имеют место частые включения - применяют асинхронные двигатели с фазной обмоткой ротора. Их применяют для привода прокатных станов, подъемных кранов, пассажирских лифтов малой и средней мощности, ковочных машин и прессов, другого оборудования. Но эти двигатели снижают КПД электропривода при регулировании частоты вращения за счет потерь мощности в регулировочных реостатах. Кроме того, регулирование частоты вращения возможно только в сторону уменьшения от значения синхронной частоты.

При выборе типа двигателя необходимо учитывать условия окружающей среды, в которых ему придется работать (влажность, наличие взрывоопасных продуктов, пыли, паров кислот и др.). Загрязнение обмоток пылью, снижая теплоотдачу, приводит к преждевременному износу изоляции. Пары воды и кислот ухудшают свойства изоляции. Если окружающая среда содержит взрывоопасные продукты, то необходимо выбрать двигатель такой конструкции, при которой образующаяся в нем искра не имела бы контакта с этой средой.

В соответствии с условиями среды должен быть выбран двигатель защищенного, закрытого или взрывозащищенного исполнения. Защищенные двигатели имеют приспособления, предохраняющие персонал от случайного соприкосновения с токоведущими частями, от попадания сверху капель влаги, от дождя и брызг. В закрытых двигателях для улучшения охлаждения имеется вентилятор, насаженный на вал двигателя.

**Литература**

Основы альтернативной теории "сверхпроводимости": препринт : предназначен для инженерно-технических, научных работников, аспирантов и студентов; рец.: Кафедра Электромеханические комплексы и системы ПГУПС, Ю.Ф. Антонов ; Санкт-Петербургский гос. инженерно-экономический ун-т.-СПб.: СПбГИЭУ, 2009. - 124 с..-Заключ.: с. 115-117.-Библиогр.: с. 118-122

Информационно-измерительная техника и электроника: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Электроэнергетика"; под ред. Г.Г. Раннева ; рец.: В.Н. Малиновский, В.Л. Шкуратник, М-во образования и н.-М.: Академия, 2009. - 512 с..-(Учебник).-Библиогр.: с. 505-506

Механика материалов и структур нано- и микротехники: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" направления подготовки "Проектирование и технология электронных средств";рец.: В.Г. Корнеев, И.В. Штурц, УМО вузов России по .-М.: Академия, 2008. - 217 с..-(Учебное пособие).-Прил.: с. 202-209.-Библиогр.: с. 210-214

Метод дробных производных.-Ульяновск: Артишок, 2008. - 513 с..-(Fractional Calculus).-Библиогр.: с. 450-510 и в конце гл.

Теоретические основы электротехники: Справочник по теории электрических цепей: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки и спец. техники и технологии; Под ред.: Ю.А. Бычкова и др. ; Рец.: Кафедра теоретических основ электротехники Санкт-Петербургского гос. политехнического ун-та, А.А. Ланнэ ; Ю.А. Бычков и др., УМО вузов России по .-СПб.: Питер, 2008. - 349 с..-(Учебное пособие).-Библиогр.: с. 348