Электродвигатели - классификация, выбор, монтаж и эксплуатация

Классификация электродвигателей



Для правильного выбора электродвигателя следует учесть следующие условия:

1. Климатическое исполнение.
2. Место (категория) размещения.
3. Степень защиты от проникновения твердых тел и жидкости.
4. Специфические условия эксплуатации (взрывоопасность, химически агрессивная среда).

Климатическое исполнение определяется ГОСТ 15150-69. В соответствии с климатическими условиями обозначается следующими буквами:

У(N) – умеренный климат,

ХЛ(NF) – холодный климат,

ТВ(TH) – тропический влажный климат,

ТС(TA) – тропический сухой климат,

О(U) – все климатические районы, на суше, реках и озерах,

М – умеренный морской климат,

ОМ – все районы моря,

В – все макроклиматические районы на суше и на море.

Категории размещения:

1. На открытом воздухе,
2. Помещения, где колебания температуры и влажности не существенно отличаются от колебаний на открытом воздухе,
3. Закрытые помещения с естественной вентиляцией без искусственного регулирования климатических условий. Отсутствуют воздействия песка и пыли, солнца и воды (дождь),
4. Помещения с искусственным регулированием климатических условий. Отсутствуют воздействия песка и пыли, солнца и воды (дождь), наружного воздуха,
5. Помещения с повышенной влажностью (длительное наличие воды или конденсированной влаги)

Климатическое исполнение и категория размещения вводится в условное обозначение типа электродвигателя.

Например: 4А200М2 У3, где У – климатическое исполнение, 3 – категория размещения.

Степень защиты от проникновения твердых тел и жидкости определяется ГОСТ 14254-80. В соответствии с ГОСТ устанавливается 7 степеней от 0 до 6 от попадания внутрь твердых тел и от 0 до 8 от проникновения жидкости.

Обозначение степеней защиты	Защита от проникновения твердых тел и соприкосновения персонала с токоведущими и вращающимися частями	Защита от проникновения воды
0	Специальная защита отсутствует	
1	Большого участка человеческого тела, например, руки и твердых тел размером более 50 мм.	Капель, падающих вертикально
2	Пальцев или предметов длиной не более 80 мм и твердых тел размером более 12 мм	Капель при наклоне оболочки до 15° в любом направлении относительно нормального положения.
3	Инструмента, проволоки и твердых тел диаметром более 2,5 мм	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали
4	Проволоки, твердых тел размером более 1 мм	Брызг, падающих на оболочку в любом направлении
5	Пыли в количестве недостаточном для нарушения работы изделия	Струй, выбрасываемых в любом направлении
6	Защита от пыли полная (пыленепроницаемые)	Волн (вода при волнении не должна попасть внутрь)
7	-	При погружении в воду на короткое время
8	-	При длительном погружении



Для обозначения степени защиты используется аббревиатура «IP». Например: IP54.

Применительно к электродвигателям существуют следующие виды исполнения:

1. Защищенные IP21, IP22 (не ниже).
2. Брызгозащищенные, каплезащищенные IP23, IP24
3. Водозащищеные IP55, IP56
4. Пылезащищеные IP65, IP66
5. Закрытое IP44 – IP54, у этих двигателей внутренние пространство изолированно от внешней среды
6. Герметичное IP67, IP68. Эти электродвигатели выполнены с особо плотной изоляцией от окружающей среды.

Конструктивное исполнение электродвигателей по способу монтажа (IM).

Условные обозначения установлены ГОСТ2479-79.

1-ая цифра обозначает группу по способу монтажа от IM1до IM9, наиболее распространена IM1- на лапах и с подшипниковыми щитами.

IM2 – на лапах с двумя подшипниковыми щитами и фланцами

IM3 – без лап с фланцами на щитах

2-ая цифра обозначает более детально

0 – обычные или приподнятые лапы

3-ая цифра обозначает характер направления конца вала

4-ая цифра обозначает исполнение конца вала (цилиндрический или конический)

Способ охлаждения электродвигателей (IC).

Система охлаждения может включать в себя одну или две цепи циркулярного хладореагента. Она регламентируется ГОСТ 20459-75.

Для каждой цепи циркуляций вводится группа знаков . Буква обозначает вид охлаждения: А – воздух, W – вода.

1-ая цифра от 0 до 9 обозначает устройство цепи циркуляции. 0 – свободная циркуляция.

2-ая цифра от 0 до 9 обозначает способ перемещения хладореагента. 0 – свободная циркуляция.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ВЫБОРА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Электропривод рабочей машины должен полностью удовлетворять требованиям технологического процесса и соответствовать условиям окружающей среды в процессе эксплуатации. В то же время для электропривода следует выбирать наиболее простой электродвигатель по устройству и управлению, надежный в эксплуатации, имеющий наименьшие массу, габариты и стоимость.

В самом общем случае выбор электродвигателя имеет много критериев. Выбор электрических двигателей, работающих в системах автоматизированного электропривода, производится с учетом следующих параметров и показателей:

- рода тока и номинального напряжения;
- номинальной мощности и скорости;
- вида естественной механической характеристики;
- способа пуска и торможения;
- особенностей регулирования скорости;
- конструктивного исполнения двигателя.

Наиболее простыми в отношении устройства и управления, надежными в эксплуатации, имеющими наименьшие массу, габариты при заданной мощности являются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Их масса на единицу мощности в 1,5-2,0 раза ниже, чем у машин постоянного тока. Чаще всего асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым (к.з.) ротором применяются при невысокой частоте включения, когда не требуется регулирование скорости в широких пределах или возможно ее ступенчатое регулирование.

В установках, где используется регулирование скорости в относительно небольших пределах, необходимый плавный пуск, регулируемые тормозные характеристики, ограничение токов в переходных процессах, относительно низкая стоимость, находят применение асинхронные электродвигатели с фазным ротором.

Для механизмов средней и большой мощности, где не применяется регулирование скорости, весьма перспективным является использование синхронных электродвигателей. Эти машины обладают абсолютно жесткой механической характеристикой, значительной перегрузочной способностью, высокими энергетическими показателями, возможностью компенсации реактивной энергии.

Для механизмов, к которым предъявляются требования в отношении регулирования скорости, качества переходных процессов, а также при напряженных режимах с частыми пусками и остановами, применяются электроприводы по системе преобразователь - электродвигатель постоянного тока, а в последнее время по системе преобразователи частоты - асинхронные электродвигатели.

Выбор номинальной скорости и передаточного отношения редуктора вновь проектируемого электропривода должен производиться на основе технико-экономического сравнения нескольких его вариантов. В случае напряженного режима работы с частыми пусками и остановами выбор номинальной скорости и оптимального передаточного отношения редуктора определяет продолжительность переходных процессов, что влияет на производительность рабочей машины.

Большое значение при комплектовании электропривода имеют правильный выбор электродвигателя по конструктивному исполнению в плане монтажа и защиты от воздействия окружающей среды. Для большинства производственных механизмов применяются электродвигатели с горизонтальным расположением вала и лапами для крепления к несущим конструкциям. Для создания более совершенных форм механизмов и уменьшения их габаритов электротехническая промышленность выпускает электродвигатели с горизонтальным и вертикальным расположением валов и фланцевым креплением.

Очень ответственной задачей является правильный выбор электродвигателя для работы в определенных условиях окружающей среды. От способа защиты электродвигателя зависит его долговечность, надежность и безопасность обслуживания.

По защите от воздействия окружающей среды различают открытые, защищенные и закрытые электродвигатели. Открытые электродвигатели не имеют защитных приспособлений, препятствующих соприкосновению с вращающимися и токоведущими частями, а также попаданию внутрь электродвигателя посторонних предметов. У защищенных электродвигателей имеются защитные приспособления в виде коробов, решеток и сеток. Каплезащищенные электродвигатели имеют устройства, предохраняющие их от попадания внутрь капель, падающих отвесно или под углом не более 60 градусов к вертикали; брызгозащищенные электродвигатели защищены от попадания внутрь брызг любого направления. Защитные устройства различного назначения не нарушают свободного обмена воздуха между электродвигателем и окружающей средой. Пыль, влага и газы имеют свободный доступ внутрь защищенных, каплезащищенных и брызгозащищенных электродвигателей.

Более сложна конструкция защитных устройств закрытых электродвигателей. Они не имеют специальных отверстий для обмена воздухом между электродвигателем и окружающей средой. Различают взрывозащищенные, водозащищенные и герметичные электродвигатели. С большей герметизацией электродвигателей увеличиваются их масса и стоимость.

Накладывают свой отпечаток на конструктивное исполнение электродвигателей различные способы вентиляции. Электродвигатели выполняются с естественной вентиляцией, самовентиляцией и независимой вентиляцией. При естественной вентиляции электродвигатели не имеют каких-либо специальных устройств для охлаждения. У электродвигателей с самовентиляцией охлаждение осуществляется вентилятором, смонтированным на валу электродвигателя. При закрытом исполнении вентилятор устанавливается снаружи под колпаком и обдувает ребристую поверхность электродвигателя. Интенсивность охлаждения электродвигателей с естественной вентиляцией и самовентиляцией зависит от угловой скорости вала электродвигателя и ухудшается при ее снижении. Охлаждение электродвигателей при независимой вентиляции осуществляется с помощью специального вентилятора, приводимого в движение дополнительным электродвигателем.

Выбор электродвигателя по защите от действия окружающей среды должен производиться в соответствии с условиями, в которых он будет работать.

Общие указания, касающиеся выбора электродвигателей по способу защиты от воздействия окружающей среды, приведены в таблице. При выборе электродвигателя по мощности следует исходить из необходимости его полной загрузки в процессе работы.

Место установки электродвигателя	Рекомендуемый тип электродвигателя
Сухие помещения без пыли, грязи и едких газов	Открытый или защищенный
Пыльные или влажные помещения	Закрытый
Помещения с высокой температурой	Закрытый с независимой вентиляцией

Помещения с высокой влажностью или содержащие едкие газы	Закрытый или герметичный
Взрывоопасные помещения	Взрывозащищенный
Открытый воздух	Закрытый или защищенный

Для обоснованного решения этой задачи необходимо, прежде всего, знать, как изменяется нагрузка на валуэлектродвигателя во времени, что в свою очередь позволяет судить о характере изменения потерь мощности. Кроме того следует выяснить, как происходит процесс нагрева электродвигателя в результате выделения в нем потерь энергии. Такой подход позволяет выбрать электродвигатель таким образом, чтобы максимальная температура изоляции обмоток не превышала допустимой величины. Это условие является одним из основных для обеспечения надежной работы электропривода в течение всего срока его эксплуатации.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СРОК СЛУЖБЫ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Применяемые при изготовлении электрических машин материалы имеют определенную нагревостойкость, поэтому для любых режимов работы температура их частей не должна превышать некоторого предельно допустимого значения. Нагрев электрической машины обычно лимитируется допустимой температурой изоляционных материалов, которая в свою очередь устанавливается исходя из необходимого срока службы изоляции – примерно 10 лет. В электромашиностроении применяются несколько классов изоляции, каждый из которых имеет определенную допустимую температуру нагрева.

Зависимость допустимой температуры нагрева от класса изоляции обмоток

Класс изоляции	Основные компоненты	Допустимая температура нагрева ° С
A	Хлопчатобумажные ткани, пряжа, бумага, целлюлоза, шелк	105
B	Слюда, асбест, стекловолокно, связующие органические	130
F	Компоненты те же, что и для класса B, связующие синтетические	155
H	Компоненты те же, что и для класса B, связующие кремнийорганические	180
C	Слюда, керамика, кварц, связующие неорганические	180

Небольшое превышение допустимой температуры, вообще говоря, не означает, что электродвигатель "сгорит", однако при этом происходит интенсивное старение изоляции обмоток и резкое сокращение срока эксплуатации машины, обусловленное потерей диэлектрической прочности изоляции. Температура изоляции обмоток определяется не только уровнем внутренних тепловыделений, но и температурой окружающей среды. Принято указывать уровень допустимых тепловых потерь в электрической машине в расчете на температуру окружающей среды, равную 40° С, поэтому чаще оказывается удобным оперировать превышением температуры **t** по отношению к температуре среды.

Под допустимым тепловым режимом следует понимать такой режим, при котором срок службы изоляции будет не меньше заданного. В процессе эксплуатации электродвигателя идет непрерывный износ изоляции, связанный с ее нагреванием, и темп этого процесса определяется характером температурного режима. В тех случаях, когда электродвигатель работает при неизменной температуре изоляции, оценить скорость процесса старения изоляции или срок службы сравнительно не сложно. Известны зависимости, связывающие срок службы изоляции данного класса - время, в течение которого сохраняются заданные диэлектрические свойства, с определенным постоянным уровнем температуры в течение срока службы.

Чаще всего зависимость срока службы от температуры **T(Q)** аппроксимируется экспонентами вида

$$T = Re^{g(Q)}$$

где **R** - постоянный коэффициент;

g(Q) - функция, определяемая классом изоляции.

Нетрудно запомнить простое эмпирическое правило, гласящее, что срок службы изоляции уменьшается вдвое при увеличении рабочей температуры на 8-10 °С. Средняя скорость старения изоляции является удобным показателем, достаточно точно характеризующим температурный режим.

МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

ВНИМАНИЕ!!! Эксплуатация двигателя должна производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Несоблюдение требований к монтажу и эксплуатации ведёт к прекращению гарантийных обязательств по ремонту.

1. При монтаже и эксплуатации электродвигателей необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

- к монтажу и обслуживанию электродвигателей должны допускаться лица, прошедшие технический инструктаж и имеющие допуск к работам в электроустановках
- запрещается эксплуатация электродвигателей без надёжного заземления и крепления
- для заземления следует использовать только предусмотренные на двигателях специальные заземляющие устройства. Болт заземления во вводном устройстве можно использовать для зануления
- запрещается монтаж, обслуживание и демонтаж электродвигателей под напряжением
- запрещается работа электродвигателей со снятым кожухом вентилятора и крышкой вводного устройства
- запрещается длительная работа однофазных электродвигателей без нагрузки, в режиме холостого хода
- запрещается эксплуатация электродвигателя без токовой и тепловой защиты

2. Перед монтажом электродвигателя необходимо:

- проверить соответствие напряжения и частоты питающей сети данным, указанным на табличке (паспорте) электродвигателя
- удалить смазку с законсервированных частей электродвигателя
- убедиться в свободном вращении ротора от руки
- измерить мегаомметром сопротивление изоляции обмотки статора относительно корпуса. Если оно ниже 0,5 МОм, то электродвигатель необходимо просушить (не перегревая его выше 120 °С) до нужного сопротивления изоляции
- устанавливать только отбалансированные детали привода (для надёжной работы подшипников)

3. При производстве монтажных работ необходимо:

- обеспечить свободный приток к электродвигателю охлаждающего воздуха и свободный отвод нагретого воздуха
- при насадке деталей привода на вал обеспечить упор для торца противоположного конца вала, чтобы усилия не передавались на подшипник
- обеспечить соосность и параллельность соединяемых валов. Допустимая несоосность валов – не более 0,2 мм
- при использовании ременной передачи обеспечить правильное взаимное расположение валов электродвигателя и приводного механизма. Минимальный диаметр шкива на валу двигателя и максимальное допустимое натяжение ремней определять по действующим нормам

4. По окончании монтажа необходимо:

- проверить по прилагаемой схеме или по схеме на крышке вводного устройства правильность подсоединения выводов электродвигателя к сети и отрегулировать токовую и тепловую защиту
- проверить надёжность затяжки крепёжных соединений электродвигателя, контактных соединений во вводном устройстве, крепёжных соединений и уплотнений вводного устройства, исправность заземления, лёгкость вращения вала от руки
- произвести пробный пуск электродвигателя на холостом ходу для проверки направления вращения и исправности механической части (отсутствие стука, задевания, вибрации и т.д.). Для изменения направления вращения на клеммной панели поменять местами два любых провода кабеля питания. После пуска на холостом ходу и устранения замеченных недостатков проверить работу двигателя под нагрузкой.

5. В процессе эксплуатации необходимо:

- Вести общее наблюдение за работой двигателя с целью контроля нормального технического состояния
- Не реже одного раза в 2 месяца проводить проверку наличия, соответствия и исправности токовой и тепловой защиты, техническое обслуживание в виде наружного осмотра, чистки электродвигателя от грязи, проверки надёжности заземления и состояния контактов. А так же измерения сопротивления изоляции обмоток статора, проверки исправности и надёжности крепления электродвигателя к месту установки и соединения с приводимым механизмом, проверки затяжки болтовых соединений и состояния уплотнений по линии вала
- Проводить текущий ремонт при замеченных отклонениях величины нагрева корпуса, уровня шума и вибрации и других неисправностях в работе электродвигателя
- Производить замену подшипников при повышенном подшипниковом шуме, стуке в подшипниках или задевании ротора за статор. Подшипники снимать с вала только съёмником и только в случае их замены.

Инженер-консультант: (473) 262 26 72, 8 903 856 73 67

Информационные и справочные материалы по разделу:

Электродвигатели - технические характеристики и габаритные размеры