

12 Пуск, реверсирование и торможение двигателя

При пуске двигателя в ход необходимо:

- 1) обеспечить надлежащий пусковой момент и условия для достижения необходимой скорости вращения;
- 2) предотвратить возникновение чрезмерного пускового тока, опасного для двигателя.

При прямом пуске ток якоря недопустимо велик: $I_a = (10-50)/n$. Большой ток:

- вызывает значительные динамические усилия в двигателе, что может привести к его разрушению;
- ухудшает условия коммутации, возможен круговой огонь по коллектору;
- вызывает значительное падение напряжения в линии, что отрицательно влияет на работу других электропотребителей.

Возможны **три способа пуска двигателя в ход**:

- 1) прямой, когда цепь якоря подключается непосредственно к сети на её полное напряжение;
- 2) пусковым реостатом, включаемым последовательно в цепь якоря;
- 3) понижением напряжения в цепи якоря.

Прямой пуск применяется только для двигателей малой мощности до нескольких сотен ватт,

Пуск с помощью пускового реостата. Сопротивление пускового реостата подбирается так, чтобы в начальный момент пуска ток уменьшился до значения $I_a = (1,4...1,7)/n$. Число ступеней пускового реостата и значения их сопротивлений рассчитываются таким образом, чтобы при надлежащих интервалах времени переключения ступеней максимальные и минимальные значения тока I_a на всех ступенях получались одинаковыми. По условиям нагрева ступени реостата рассчитываются на *кратковременную* работу под током.

Недостаток реостатного способа – большие потери в пусковом реостате. Поэтому в двигателях большой мощности применяют **пуск при пониженном напряжении**. Для этого необходим регулятор напряжения. В качестве регулятора напряжения используются: регулируемые автотрансформаторы с выпрямительным блоком, генераторы постоянного тока, тиристорные регуляторы, широтно-импульсные преобразователи, переключение с последовательного соединения двигателей на параллельное.

Реверсирование (изменение направления вращения двигателя) производится путём изменения направления действия вращающего момента. Для этого требуется изменить полярность обмотки возбуждения или якоря. Если просто поменять полярность подключения двигателя произойдёт изменение направления тока и в цепи возбуждения, и в якоре, а направление вращения останется прежним.

Торможение двигателей постоянного тока. Для того чтобы замедлить или остановить рабочую машину, наряду с механическими, применяют электрические способы торможения. Их преимущество в том, что торможение осуществляется электромагнитным полем, без износа тормозных колодок.

При механическом торможении обычно производится прижатие тормозных колодок к тормозной диск. Недостатком механических тормозов является то, что тормозной момент и время торможения зависят от случайных факторов: попадания масла или влаги на тормозной диск и пр. Поэтому такое торможение применяется, когда не ограничены время и тормозной путь.

Электрическое торможение обеспечивает достаточно точное получение требуемого тормозящего момента, но не может обеспечить фиксацию механизма в заданном месте. Поэтому электрическое торможение при необходимости дополняется механическим, которое входит в действие после окончания электрического.

Различают следующие виды электрического торможения: рекуперативное, динамическое, противовключением.

Рекуперативное – это такое торможение, при котором машина работает генератором с отдачей энергии в сеть, что соответствует генераторному режиму. При этом ЭДС E должна быть больше напряжения источника питания U , и ток будет протекать в направлении ЭДС, являясь током генераторного режима. Запасённая кинетическая энергия будет преобразовываться в электрическую и частично возвращаться в сеть.

Такое торможение наиболее экономично, но не всегда осуществимо в реальных условиях, так как частота вращения должна быть выше, чем в режиме холостого хода. Чтобы совсем остановить двигатель, требуется постоянное увеличение магнитного потока либо уменьшение напряжения.

Динамическое – это генераторное торможение, при котором кинетическая энергия рабочей машины и самого двигателя гасится на

специальном сопротивлении. Динамическое торможение выполняется при включении на зажимы вращающегося возбужденного двигателя резистора $R_{\text{торм}}$. Запасенная кинетическая энергия преобразуется в электрическую и рассеивается в $R_{\text{торм}}$ как тепловая. Это наиболее распространенный способ торможения.

Торможение *противовключением* выполняется путём изменения направления электромагнитного момента, развиваемого двигателем. Для этого достаточно изменить направление магнитного потока. При таком изменении ЭДС E и напряжение U в якоре складываются, и для ограничения тока I следует включить резистор с начальным сопротивлением $R_p \approx (U + E) / I_{\text{max}}$, где I_{max} – наибольший допустимый ток. Торможение связано с большими потерями энергии.

При изменении полярности подаваемого напряжения ток якоря изменится на противоположный. Согласно правилу левой руки, момент также изменится на противоположный, то есть будет тормозящим. По мере торможения тормозной момент будет уменьшаться пропорционально току. Однако при $n = 0$ он не будет равен нулю, и если двигатель не отключить, то он раскрутит якорь двигателя в обратную сторону.