Лекция №3

Асинхронные двигатели: устройство и принцип работы

Назначение и преимущества асинхронных двигателей

Асинхронный двигатель — самый распространённый тип электродвигателя в промышленности. По различным оценкам, на его долю приходится более 80 процентов всех применяемых электродвигателей. Такая популярность объясняется простотой конструкции, надёжностью, низкой стоимостью и удобством обслуживания. Асинхронные двигатели применяются для привода станков, насосов, вентиляторов, компрессоров, конвейеров, лифтов и множества других механизмов.

Основной недостаток асинхронного двигателя — сложность регулирования скорости вращения. В современных условиях этот недостаток компенсируется применением частотных преобразователей, которые позволяют плавно менять скорость вращения двигателя в широких пределах.

Устройство асинхронного двигателя

Асинхронный двигатель состоит из двух основных частей: статора и ротора. Статор — это неподвижная часть, представляющая собой полый цилиндр, набранный из листов электротехнической стали. На внутренней поверхности статора выштампованы пазы, в которые уложена трёхфазная обмотка. Обмотка статора состоит из трёх одинаковых фазных обмоток, сдвинутых в пространстве на 120 градусов.

Ротор — вращающаяся часть двигателя. Бывает двух типов: короткозамкнутый и фазный. Короткозамкнутый ротор представляет собой цилиндр из листов электротехнической стали с залитыми алюминиевыми стержнями, замкнутыми на торцах кольцами. Эта конструкция напоминает беличью клетку, поэтому её так и называют. Короткозамкнутый ротор прост,

надёжен и не требует обслуживания, но имеет большой пусковой ток и малый пусковой момент.

Фазный ротор имеет трёхфазную обмотку, аналогичную обмотке статора. Концы обмотки выведены на контактные кольца, к которым прижимаются щётки. Через щётки и кольца в цепь ротора можно включить пусковой реостат, что позволяет увеличить пусковой момент и снизить пусковой ток. Фазный ротор сложнее и дороже короткозамкнутого, но обеспечивает лучшие пусковые характеристики. Двигатели с фазным ротором применяются там, где требуется большой пусковой момент — например, в кранах, лебёдках, тяжёлых мельницах.

Принцип работы асинхронного двигателя

При подаче трёхфазного напряжения на обмотку статора в ней протекает трёхфазный ток. Этот ток создаёт вращающееся магнитное поле, которое вращается с постоянной скоростью, называемой синхронной частотой вращения. Скорость вращения поля зависит от частоты сети и числа пар полюсов обмотки статора.

Вращающееся магнитное поле статора пересекает проводники ротора и наводит в них электродвижущую силу. Так как роторная обмотка замкнута, в ней появляется ток. Ток ротора, взаимодействуя с магнитным полем статора, создаёт вращающий момент — ротор начинает вращаться в ту же сторону, что и магнитное поле.

Ротор всегда вращается медленнее магнитного поля статора. Если бы ротор вращался с той же скоростью, что и поле, проводники ротора не пересекали бы магнитные линии, и ток в роторе отсутствовал бы. Разница между скоростью поля и скоростью ротора называется скольжением. Скольжение измеряется в процентах и составляет для рабочих режимов от двух до восьми процентов.

Пуск и рабочие характеристики

Пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором может осуществляться прямым включением в сеть или через устройства снижения пускового напряжения. Прямой пуск — самый простой способ, но при нём пусковой ток в пять-семь раз превышает номинальный. Для маломощных двигателей это допустимо, но для мощных — может вызвать недопустимое снижение напряжения в сети.

Для снижения пускового тока применяются следующие способы: переключение обмотки статора со звезды на треугольник, включение через автотрансформатор, использование реакторов, применение частотных преобразователей. Переключение со звезды на треугольник снижает пусковой ток в три раза, но одновременно снижается и пусковой момент.

Рабочие характеристики асинхронного двигателя — это зависимости скорости вращения, момента, тока, коэффициента мощности и коэффициента полезного действия от мощности на валу. При увеличении нагрузки скорость вращения незначительно снижается, момент растёт, ток увеличивается, коэффициент полезного действия сначала растёт, а затем снижается.