

ВЫБОР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ

Александровский С.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Синхронные двигатели с постоянными магнитами (СДПМ) обладают самой высокой энергоэффективностью по сравнению с другими типами электрических машин. Достигается это благодаря использованию постоянных магнитов с высокой коэрцитивной силой на основе сплавов редкоземельных металлов, например NdFeB с максимальной магнитной энергией до 400 кДж/м^3 . Применение редкоземельных металлов приводит к увеличению стоимости СДПМ. Отсутствие дополнительных обмоток на роторе не позволяет осуществить пуск и стабилизацию скорости СДПМ при изменении нагрузки без силового преобразователя с системой автоматического управления. Коммутация тока в силовых обмотках СДПМ осуществляется с помощью транзисторов инвертора, получающих управление согласно информации о положении ротора. Эту информацию получают с помощью датчиков положения ротора (ДПР) (энкодер или резольвер) с непрерывным контролем положения ротора с постоянными магнитами. Сигналы от ДПР поступают в систему управления преобразователем частоты, от которого питается трехфазная обмотка статора. Преобразователь частоты управляется так, что по всем трем фазам обмотки статора протекают синусоидальные токи. Это приводит к тому, что вектор МДС обмотки статора и вектор магнитного потока ротора находятся в ортогональном положении и вращаются синхронно, т.е. взаимно они не подвижны. Результатом такого управления является постоянный электромагнитный момент независимо от положения ротора.

Можно отметить, что уже существуют алгоритмы, позволяющие коммутировать токи в обмотках СДПМ без использования ДПР. Такие системы требуют больших вычислительных ресурсов, т.к. данные алгоритмы основаны на математической модели СДПМ. Поскольку параметры двигателя в зависимости от ряда условий (например, температурные изменения сопротивления обмоток статора СДПМ) могут изменяться в определенном диапазоне, то качество управления СДПМ будет ниже, чем при использовании ДПР. Отсутствие ДПР также не позволяет регулировать момент двигателя при нулевой скорости, что необходимо, например, для грузоподъемных механизмов (лифты).

Возможность управления моментом двигателя позволяет качественно в широком диапазоне регулировать скорость. Поэтому СДПМ широко используются в следящих и позиционных электроприводах (ЭП) металлорежущих станков и других точных механизмов.

В общепромышленных механизмах, где требуются высокая надежность, невысокая цена и более простая система управления, СДПМ, как правило, не применяются. В таких механизмах применяются асинхронные двигатели (АД), питание которых может осуществляться от преобразователя частоты (ПЧ) с автономным инвертором напряжения.

Асинхронные двигатели в отличие от СДПМ имеют в роторе короткозамкнутую (типа беличья клетка) или фазную обмотку, что приводит к более высоким потерям в АД (потери на намагничивание, потери от тока ротора). Вместе с тем обмотка ротора в АД выполняет две функции: 1) обеспечивает прямой пуск АД при подключении к сети; 2) демпфирование колебаний скорости АД при изменении нагрузки на валу двигателя.

Поскольку ПЧ по сравнению с АД обладает меньшей надежностью, то при сбое или неисправности ПЧ предусматривается возможность подключения или запуска АД напрямую от сети. Такое подключение получило название байпас (от англ. *Bypass* – обход, объезд) и находит широкое применение в ЭП насосов, вентиляторов и других механизмов.

Потребность в электродвигателе с энергоэффективностью как у СДПМ и возможностью прямого пуска от сети как у АД привела к созданию двигателей ротор, которых имеет и короткозамкнутую обмотку, и постоянные магниты. В литературе такие двигатели получили названия: асинхронный двигатель с нулевым скольжением, гибридный асинхронный двигатель, синхронный двигатель с постоянными магнитами с прямым пуском.

Таблица 1 – Технические характеристики двигателей

№	Условный габарит	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг
Гибридный асинхронный двигатель с постоянными магнитами серии WQuattro					
1	80	0,75	1500	84,2	15,1
2	100L	2,2	1500	90,2	33,2
3	132M/L	7,5	1500	93,0	87,6
Асинхронный двигатель серии АИР					
4	71A4	0,75	1350	72,1	9,4
5	90L4	2,2	1420	79,7	18,1
6	132S4	7,5	1440	86,0	53,5

Сравнительный анализ электродвигателей (таблица 1) показывает, что гибридный двигатель с постоянными магнитами имеет более высокий КПД, но в тоже время такие двигатели имеют большие габариты и массу. Стоимость таких двигателей может превысить стоимость СДПМ, т.к. используются дорогие материалы и сложная конструкция ротора. В связи с этим выбор энергоэффективной системы ЭП требует дополнительных расчетов эксплуатационных затрат для каждого конкретного механизма.