

УДК 621.3

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТОКАМИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Плешко Д.Ю., Зарихта К.С.

Научный руководитель - доцент Константинова С.В.

Публикуемые в научно-технической литературе материалы свидетельствуют о том, что проблема энергетической эффективности электропривода в последние годы решается за счет совершенствования существующих и разработки новых типов электродвигателей и полупроводниковых преобразователей с повышенными энергетическими.

Основным фактором повышения энергетической эффективности преобразователей является использование полностью управляемых полупроводниковых приборов силовой электроники (MOSFET, IGBT, IEGT, GTO, IGCT).

Несмотря на значительный прогресс в области силовой электроники и микропроцессорных средств управления, в регулируемых электроприводах сравнительно мало используются их возможности для реализации энергосберегающих алгоритмов управления режимами электропривода. Во многих случаях реализуются законы управления электрическими двигателями, которые не полностью отвечают требованиям задачи энергосбережения.

Существующие алгоритмы оптимизации условно можно разделить на два основных способа формирования электромагнитного момента электрической машины. Одним из них является способ формирования электромагнитного момента, обеспечивающий управление электрической машиной по минимуму тока статора или суммарных потерь. Этот способ управления применяется в электроприводах, не отличающихся высоким быстродействием. Для динамических систем переменного тока электромагнитный момент формируют в условиях стабилизации потокосцепления ротора или статора.

Несмотря на то, что применение этого способа не обеспечивает экономичности регулирования, формирование электромагнитного момента в условиях стабилизации потокосцепления считается целесообразным в предположении, что в этом случае к обмоткам двигателя необходимо подвести минимум мгновенной мощности для изменения электромагнитного момента.

Модель потерь мощности в асинхронной машине включает активные и магнитные потери в статоре и роторе, дополнительные и механические. В пределах модели получено уравнение восьмой степени относительно энергетически оптимального значения потока ротора асинхронной машины и найдено аналитическое решение этого уравнения. Получен упрощенный вариант этого решения, предназначенный для практического применения в энергосберегающих асинхронных электроприводах. Однако данный аналитический метод показывает приемлемую точность результатов лишь в определенном диапазоне значений потокосцепления ротора. В ином случае приходится использовать численные методы решения задачи минимизации потерь.

Поэтому была предложена математическая модель общих (суммарных) потерь мощности в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах, состоящих из потерь мощности в выпрямителе, инверторе и двигателе. Затем с помощью данной модели проведена оптимизация общих потерь мощности в асинхронном электроприводе с АИН - ШИМ.

Требования оптимальности по потерям рассмотрены по отношению к двигателю, преобразователю частоты и в целом к электроприводе. Предложены аналитические и численные методы решения задачи оптимизации работы системы «преобразователь частоты - асинхронный двигатель». Рассмотрено влияние режимов двигателя на характеристики ПЧ и в первую очередь на мощность потерь в ПЧ при постановке задачи оптимизации по минимуму суммарных потерь электропривода. Результаты исследований статических характеристик двигателя показывают, что АД как объект управления обладает экстремальными характеристиками по ряду частных критериев качества.

Наличие экстремумов тока статора I и активной мощности P обуславливает экстремальный характер отдельных составляющих электрических потерь выпрямителя, инвертора и суммарных электрических потерь преобразователя. В частности, режим минимальных потерь АД обеспечивает минимум электрических потерь в источнике питания АИН.

Оптимальные характеристики электрических машин зависят не только от их параметров, но и от соотношений между ними.

С использованием метода множителей Лагранжа поставлена и решена задача оптимального управления токами двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) в стационарном режиме протекания токов, а именно обеспечение минимально возможных потерь в обмотке якоря и обмотке возбуждения при создании требуемого электромагнитного момента.

Традиционно решение данной задачи находится при условии, что магнитный поток машины и, соответственно, потери в обмотке возбуждения являются постоянными, вследствие чего обеспечить минимальные потери в ДПТ НВ можно, регулируя только ток якоря.