

УДК 621.13

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В АСИНХРОННОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

О. А. КАПИТОНОВ, А.С. ТРЕТЬЯКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В настоящее время в мировой промышленности становится все более актуальной проблема энергосбережения. До 80 % вырабатываемой электроэнергии в мире потребляют электроприводы, поэтому повышение энергоэффективности электроприводов способно обеспечить существенную экономию энергоресурсов.

Существует несколько различных путей снижения неэффективных потерь энергии, потребляемой электроприводом. К ним относятся: разработка и использование в промышленности новых серий энергоэффективных электродвигателей, оптимизация режимов работы электропривода посредством применения силовой преобразовательной техники, оптимизация выбора электродвигателей по мощности при проектировании новых и модернизации действующих установок, оптимизация технологических процессов.

Международная электротехническая комиссия (IEC) в настоящее время установила 4 класса энергоэффективности электродвигателей: IE1 – стандартный класс энергоэффективности, IE2 – высокий класс энергоэффективности, IE3 – сверхвысокий класс энергоэффективности, IE4 – максимально высокий класс энергоэффективности. Каждый класс энергоэффективности определяет значение КПД, которое должен иметь электродвигатель соответствующего класса. Электродвигатели класса IE1 имеют КПД на 5–10 % меньше, чем энергоэффективные электродвигатели класса IE4. Все производители электродвигателей в Евросоюзе с 1 января 2017 г. будут обязаны производить электродвигатели не ниже класса IE3. В Республике Беларусь и Российской Федерации основные производители электродвигателей до сих пор производят серии, соответствующие классам IE1 и IE2, в эксплуатации находятся, в основном, электродвигатели класса IE1. Это создает существенный резерв возможности экономии электроэнергии при переходе, вслед за европейскими производителями, на производство и эксплуатацию электродвигателей классов IE3 и IE4.

Повышение КПД электродвигателей классов IE3 и IE4 достигается за счет ряда конструктивных особенностей. Стержневая обмотка ротора выполняется медной, а не алюминиевой. Для изготовления магнитопровода применяется высококачественная электротехническая сталь. Длина ротора и масса энергоэффективных электродвигателей существенно больше таковой у

электродвигателей класса IE1.

Применение таких конструктивных решений приводит к увеличению стоимости электродвигателя и увеличению затрат материалов на единицу установленной мощности. Поэтому такой подход эффективен при высокой стоимости электроэнергии, которая имеет место в Евросоюзе. В странах Таможенного союза применение дорогостоящих электродвигателей не всегда может быть экономически оправдано.

Вторым наиболее распространенным путем повышения энергоэффективности электропривода является применение силовых электронных преобразователей, таких как преобразователи частоты (ПЧ) и устройства плавного пуска (УПП). Преобразователь частоты позволяет регулировать скорость вращения электродвигателя в широком диапазоне с высоким КПД, а также осуществлять плавный пуск электропривода. При плавном частотном пуске потери электроэнергии могут существенно сокращаться по сравнению с прямым пуском и пуском при помощи УПП. Однако, применяемые в настоящее время ПЧ со звеном постоянного тока, имеют существенные недостатки. При работе в номинальном режиме такой преобразователь не может быть легко отключен и шунтирован, что приводит к питанию электродвигателя импульсным напряжением от ПЧ и дополнительным потерям энергии. ПЧ со звеном постоянного тока потребляет от питающей сети несинусоидальный ток, даже при использовании сетевого фильтра, что может привести к ухудшению гармонического состава напряжения в сети и вызывает дополнительные потери энергии в сети. Таким образом, установка ПЧ с целью экономии электроэнергии не всегда приводит к экономии.

В настоящее время большое количество научных исследований посвящено матричным преобразователям частоты (МПЧ), которые лишены многих недостатков ПЧ со звеном постоянного тока. МПЧ потребляет от сети очень близкий к синусоидальному ток, не содержит внутреннего фильтра-конденсатора и поэтому может быть достаточно легко шунтирован при переходе электродвигателя в номинальный режим работы. К недостаткам МПЧ относятся их высокая стоимость и коэффициент передачи по напряжению не более 0,86 (при отсутствии перемодуляции).

При отсутствии необходимости длительной работы электропривода на пониженной скорости для плавного пуска может использоваться УПП. Эти устройства надежны, после окончания процесса пуска электродвигатель, как правило, шунтируется контактором, что исключает дополнительные потери энергии и загрязнение питающей сети высшими гармониками. Традиционные УПП регулируют напряжение на статоре электродвигателя фазовым методом, что сопряжено со значительным ухудшением гармонического состава токов и напряжений. В настоящее время ведутся разработки УПП с широтно-импульсной модуляцией, лишенных данного недостатка.