

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ, ПОСТРОЕННОМ НА ОСНОВЕ 4 Q – S ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Несмотря на ряд достоинств частотно-регулируемых асинхронных электроприводов построенных на базе трехфазного 4 Q - S преобразователя таких как, обеспечение работы асинхронной машины в 4 - квадрантах механической характеристики, рекуперация электрической энергии в питающую сеть, улучшенные динамические свойства электропривода, стабилизация напряжения в звене постоянного тока при изменении величины передаваемой мощности и повышение коэффициента мощности (за счет отказа от выпрямителя с фазовым управлением), они имеют ряд недостатков, основным из которых является генерация в питающую сеть высших гармонических составляющих тока при значительном диапазоне регулирования.

Применение таких частотно-регулируемых электроприводов, в частности, в порталных кранах позволяет экономить 30 - 40% электроэнергии по сравнению с эксплуатацией асинхронных двигателей с фазным ротором и реостатно - контактным управлением. Однако эмпирическим путем было выявлено то, что при поднятии и опускании груза при помощи такого электропривода коэффициент мощности изменяется в диапазоне от 0 - 0,95, а его среднее взвешенное значение будет составлять 0,5 - 0,6, что является довольно низким показателем. При этом, за счет генерации высших гармонических составляющих тока увеличиваются потери при пуске и торможении в 3 - 4 раза. Кроме того наблюдается перегрев электрооборудования, обуславливающий интенсивное старение изоляции, сбой в работе систем управления, искажение показаний счетчиков электроэнергии и ухудшение качества электроэнергии в питающей электрической сети. На эти факторы работы частотно-регулируемых приводов с осуществлением режима рекуперации энергии в питающую сеть указывали многие авторы [1], однако численный анализ происходящих процессов энергообмена в системе «электропривод – сеть» в литературе отсутствует.

В качестве объекта моделирования электромагнитных процессов в частотно-регулируемом асинхронном электроприводе, построенном на базе трехфазного 4 Q - S преобразователя был взят привод порталного крана «Сокол» с возможностью осуществления режима рекуперации энергии в питающую сеть. Трансформатор, питающий электропривод порталного крана имеет следующие параметры: $S_{\text{тр}} = 1600$ кВА, $U_{2\text{ном}} = 380$ В, $U_{\text{кл}} = 5,5\%$, $\text{tg}\phi = 0,954$. Емкость фильтра в звене постоянного тока: $C_f = 20 \cdot 10^3$ мкФ.

Для построения математической модели анализа электромагнитных процессов протекающих в электроприводе было использовано объектно-ориентированное программное обеспечение Matlab 2006 [2].

Используя математическую модель, были получены энергетические характеристики для двух режимов: выпрямительного (условно-положительные направления токов) и инверторного (условно-отрицательные) при изменяемой нагрузке. Для повышения коэффициента мощности в питающей сети была проанализирована возможность включения входных LC - фильтров для 5 и 7 - гармоник [3].

В результате произведенных расчетов были получены следующие зависимости от тока нагрузки:

1. зависимость постоянной составляющей напряжения в звене постоянного тока;
2. зависимость максимального значения входного тока;
3. зависимость амплитуды первой гармонической;
4. зависимость коэффициента искажения.

Анализ полученных зависимостей показал, что при установке резонансных фильтров постоянная составляющая становится более пологой, что приводит к устойчивой работе ключевых элементов. Зависимость максимального значения тока показывает уменьшение его значения при установке LC - фильтров как в выпрямительном режиме так и в инверторном, что благоприятно сказывается на работе как ключевых элементов, так и на электромагнитных процессах в звене постоянного тока. Анализ первой гармонической составляющей показывает, что двухсторонний энергообмен в системе «электропривод-сеть» при установке LC - фильтров происходит на основной гармонике, а обобщенным показателем эффективного энергообмена может служить коэффициент искажения. При установке LC - фильтров его значения увеличивается, что свидетельствует об эффективности энергообмена, путем уменьшения потерь в активных сопротивлениях в $1/\chi^2$ раз.

Литература

1. Волков И.В. Новая концепция построения силовых цепей частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. // Техн.электродинаміка. 1999. №4 С. 21 - 26.
2. Андриенко П.Д., Немикина О.В. Анализ электромагнитных процессов выпрямительно-инверторного преобразователя на математической модели //Техн. электродинаміка Тем. вип. Силова електроніка та енергоефективність Ч.1 2004.- С. 122 - 125.
3. Андриенко П.Д., Заболотный А.П., Немикина О.В. Влияние входного LC - фильтров 4 Q - S преобразователя на процессы энергообмена в системе «Электропривод - Сеть», Сборник научных трудов ДГТУ. Тем. вып. «Проблемы автоматизированного электропривода» /Днепродзержинск: ДГТУ, 2007. – С. 530 - 531.