

УДК 621.3

## АНАЛИЗ РАБОТЫ ГРУППЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С МАТРИЧНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ

О. А. КАПИТОНОВ, А. С. ТРЕТЬЯКОВ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Развитие производства современных силовых полупроводниковых приборов ведет к возрастающему количеству приборов, управляемых импульсными преобразователями, в частности преобразователями частоты со звеном постоянного тока. Такие преобразователи имеют выпрямитель в качестве входного звена. Выпрямитель является нелинейной нагрузкой, потребляемый им ток от сети содержит гармонические составляющие, кратные частоте питающей сети. В спектре потребляемого таким преобразователем тока выделяются 3, 5, 7 и 9-я гармоники, которые имеют сравнительно низкую частоту, и поэтому не могут достаточно эффективно подавляться простым входным фильтром – сетевым дросселем.

В ходе проведенных исследований установлено, что спектр потребляемого преобразователем тока питающей сети практически не содержит низких гармонических составляющих, кратных частоте 50 Гц, что характерно для традиционных преобразователей частоты со звеном постоянного тока. Отсутствие таких составляющих обусловлено принципом работы матричного преобразователя частоты, который заключается в непосредственном преобразовании входного трехфазного напряжения в выходное другой частоты, без выпрямления трехфазным выпрямителем. При этом искажения формы тока питающей сети обусловлены только импульсным характером работы преобразователя, и имеют гармонические составляющие с частотами, кратными частоте широтно-импульсной модуляции.

В ходе компьютерного моделирования и экспериментальных исследований установлено, что силовая часть матричного преобразователя потребляет импульсный ток, т. е. значение потребляемого тока в каждой из трех фаз входа преобразователя периодически становится равным нулю с частотой ШИМ. Это приводит к наличию большой доли высших гармонических составляющих в спектре входных токов преобразователя с частотами, кратными частоте ШИМ. Для обеспечения электромагнитной совместимости преобразователя с питающей сетью обязательно применение входного фильтра, которым комплектуются все промышленно выпускаемые матричные преобразователи частоты. Поскольку высшие гармонические составляющие имеют относительно высокие частоты, они достаточно эффективно фильтруются простым LC-фильтром, содержащим конденсатор и дроссель в каждой фазе входа преобразователя.

В ходе выполнения работ было проведено исследование гармонического состава токов и напряжений питающей сети при работе группы электроприводов, включающих матричные преобразователи частоты от одной питающей сети. Установлено, что высшие гармонические составляющие

входных токов матричного преобразователя имеют частоты, кратные частоте ШИМ, и начальные фазы, связанные с величиной начальной фазы несущей частоты ШИМ. При этом начальная фаза несущей частоты ШИМ не синхронизирована и не связана с начальной фазой как первой гармоники напряжения питающей сети, так и первой гармоники выходного напряжения преобразователя. Этот факт дает техническую возможность осуществить управление начальной фазой несущей частоты ШИМ у каждого матричного преобразователя в группе электроприводов, питающихся от одной сети, с целью оптимизации и уменьшения величины суммарных для группы высших гармонических составляющих тока питающей сети. Было проведено исследование влияния разницы начальных фаз несущей частоты ШИМ у разных матричных преобразователей, работающих в группе от одной питающей сети на суммарную величину высших гармонических составляющих в спектре тока питающей сети. Методами компьютерного моделирования был проведен ряд вычислительных экспериментов при различном числе электроприводов в группе – два, три, четыре, различной разнице начальных фаз несущей частоты ШИМ, различных режимах работы электроприводов. В ходе проведенных исследований установлено, что при работе двух электроприводов на одну питающую сеть минимальная величина высших гармонических составляющих суммарного тока питающей сети наблюдается при разнице начальных фаз несущей частоты ШИМ, равной 180 эл. град, и скважности ШИМ, равной 50 %, у обоих матричных преобразователей, а максимальная – при разнице 0 эл. град. При иных сочетаниях скважности ШИМ у обоих преобразователей наблюдаются более сложные зависимости величины высших гармонических составляющих суммарного тока сети от разницы начальных фаз несущей частоты ШИМ. Установлено, что для каждой пары значений выходных напряжений преобразователей может быть найдена оптимальная разница начальных фаз, приводящая к минимальной величине высших гармонических составляющих спектра суммарного тока.

Был предложен ряд методик текущей оптимизации величины высших гармонических составляющих суммарного тока группы приводов путем модификации алгоритмов работы системы управления преобразователями, такие как автоматический выбор случайного варианта из ряда заранее заданных значений начальной фазы несущей частоты ШИМ в системе управления каждого матричного преобразователя в группе, согласование значений начальных фаз несущей частоты ШИМ на основе обмена данными между системами управления преобразователей в группе по сетевому интерфейсу, поисковая оптимизация коэффициента гармонических искажений напряжений на входе каждого матричного преобразователя в группе.

Были проведены экспериментальные исследования формы и спектрального состава токов фаз питающей сети при работе электропривода с матричным преобразователем частоты, а также спектрального состава выходных токов и напряжений преобразователя. В результате исследований была подтверждена адекватность разработанных компьютерных моделей матричного преобразователя частоты.