

УЛУЧШЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Васильев С. В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Одной из главных проблем использования регулируемого электропривода с полупроводниковым преобразователем частоты является обеспечение его электромагнитной совместимости с сетью электроснабжения и приводным электродвигателем. Снижение уровня электромагнитной совместимости преобразователя частоты выражается следующим образом: 1) снижение качества электрической энергии в системе электроснабжения (генерирование высокочастотных составляющих тока и напряжения в сеть электроснабжения); 2) снижение коэффициента мощности сети; 3) повышение потерь мощности; 4) нагрев электротехнических элементов систем электроснабжения (проводов, трансформаторов, дросселей и др.); 5) ухудшение работы систем автоматизации и телемеханики; 6) ложное срабатывание систем автоматики и защиты; 7) образование электромагнитных полей, которые оказывают негативное влияние на систему автоматического управления самого электропривода; 8) провалы напряжения и перенапряжения при пуске и торможении электрических двигателей [1].

Международные и отечественные стандарты жестко ограничивают эмиссию высших гармоник тока и напряжения в сеть электроснабжения и определяют уровень электромагнитной совместимости различных потребителей.

Упрощенное определение электромагнитной совместимости электропривода можно сформулировать как способность электропривода функционировать в реальных условиях под воздействием электромагнитных помех, при этом, не создавая недопустимых помех для работы другого электрооборудования и окружающей среды.

Таким образом, воздействие полупроводниковых преобразователей частоты промышленных электроприводов на сеть электроснабжения и других потребителей, обусловлено влиянием полупроводниковых преобразователей на качество электрической энергии. В ГОСТ 32144 – 2013 качество электрической энергии определено как степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей качества электрической энергии[2].

В ГОСТ 32144 – 2013 одним из важных показателей качества электрической энергии является несинусоидальность напряжения.

Несинусоидальность напряжения – отклонения формы напряжения от синусоидальной. Показателями качества электрической энергии,

характеризующими несинусоидальность напряжения, являются коэффициент n – ой гармонической составляющей напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, соответственно:

$$K_{U(n)} = (U_{(n)} / U_{(1)})100\% = (U_{(n)} / U_{ном})100\%,$$

$$K_U = \left(\sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_{(n)}^2} / U_{(1)} \right) 100\% = \left(\sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_{(n)}^2} / U_{ном} \right) 100,$$

где $U_{(n)}$ – амплитудные (действующие) значения гармонических составляющих напряжения; $U_{(1)}$ – амплитудное (действующее) значение основной гармонической составляющей напряжения.

Известны частотные электроприводы с АД, имеющими две трёхфазные обмотки, смещенные в расточке статора друг относительно друга на некоторый угол θ . Каждая обмотка питается от автономного инвертора напряжения (АИН), причём две трёхфазные системы напряжений, подаваемые на обмотки АД, также сдвинуты во времени на некоторый угол γ . При равенстве модулей этих углов будет минимальное значение коэффициента нелинейного искажения намагничивающей силы статора и максимальное использование габаритной мощности АД.

В таком электроприводе необходимо обеспечить равенство модулей углов θ и γ , то есть

$$|\theta| = |\gamma| = 30 \text{ эл. градусов.} \quad (1)$$

При соблюдении соотношения (1) в кривой результирующей намагничивающей силы (МДС) статора АД отсутствуют пространственные гармоники, соответствующие следующим временным гармоникам в кривой выходного напряжения преобразователя:

- $K=12n+7$ - для гармоник, вращающихся в сторону 1-ой гармоники;
- $K=12n+5$ - для гармоник, вращающихся в обратную сторону по отношению к 1-ой гармонике, где $n=0,1,2,3...$

Важным является то, что в кривой МДС такой шестифазной обмотки АД полностью отсутствуют пятая и седьмая гармоники, что является одним из важных преимуществ перед обычной трехфазной обмоткой. Устранение наиболее вредных для электрических машин пятой и седьмой гармоник уменьшает дополнительные потери, шум и вибрацию, устраняет провалы в кривой электромагнитного момента, увеличивает пусковой момент АД и улучшает электромагнитную совместимость частотно-регулируемого электропривода.

1. Васильев Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода. - М.: СОЛОН-Пресс, 2015.

2. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.