

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в частотно-регулируемом асинхронном электроприводе.

Известен способ частотного управления асинхронным двигателем [1], при котором регулируют частоту и величину напряжения питания двигателя путем импульсного модулирования постоянного напряжения питания инвертора, обеспечивая закон регулирования

$$U = Kf,$$

где  $U$ ,  $f$  - напряжение и частота питания двигателя;

$K$  - постоянный коэффициент.

Импульсное модулирование осуществляется путем обеспечения постоянства длительности импульсов в каждой полуволне напряжения питания двигателя с изменением частоты питания.

Недостатком известного способа частотного управления является то, что по мере снижения частоты питания двигателя падает максимум момента двигателя и ухудшается жесткость его механической характеристики.

Наиболее близким к предлагаемому является способ частотного управления [2], при котором регулируют частоту и величину напряжения питания двигателя путем широтно-импульсного модулирования постоянного напряжения питания инвертора, обеспечивая закон регулирования

$$U = U_0 + Kf,$$

где  $f$  - частота напряжения питания двигателя;

$U$ ,  $U_0$  - величины напряжений по первой гармонике;

$K$  - постоянный коэффициент.

Недостатком известного способа частотного управления являются невысокие динамические характеристики на низкой частоте вращения.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа частотного управления асинхронным двигателем путем уменьшения напряжения питания двигателя в меньшей степени, чем снижение частоты, и за счет этого сохраняется перегрузочная способность двигателя на низких частотах вращения, тем самым обеспечивается повышение устойчивости работы двигателя. Поставленная задача решается тем, что в способе частотного управления асинхронным двигателем, при котором регулируют частоту и величину напряжения питания двигателя путем широтно-импульсного модулирования постоянного напряжения питания инвертора, обеспечивая закон регулирования  $U = U_0 + Kf$ , согласно изобретению, широтно-импульсное модулирование осуществляют путем дополнительного регулирования длительности импульсов в каждой полуволне напряжения питания по следующему закону;

$$\tau = \tau_0 + K_0/f,$$

где  $f$  - частота напряжения питания двигателя;

$U$ ,  $U_0$  - величины напряжений по первой гармонике;

$\tau$ ,  $\tau_0$  - длительности импульсов.

$K$ ,  $K_0$  - постоянные коэффициенты, при этом  $U_0$  и  $\tau_0$  - постоянные величины.

На фиг. 1 представлена схема одного из возможных устройств, реализующего предлагаемый способ частотного управления асинхронным двигателем; на фиг. 2 показана схема мостового инвертора с подключением к нему фазных обмоток управляемого двигателя; на фиг. 3 приведены временные диаграммы, иллюстрирующие работу устройства.

Устройство содержит последовательно соединенные трехфазный асинхронный двигатель 1, трехфазный мостовой инвертор 2 и блок 3 управления силовыми элементами инвертора, который подключен входом к задатчику 4 скорости вращения.

Блок 3 управления силовыми элементами инвертора содержит преобразователь 5 "напряжение-частота", одновибратор 6 с управляющим входом, подключенный запускаящим входом к выходу преобразователя 5, формирователь 7 сигналов управления силовыми элементами анодной группы инвертора, подключенный входом к выходу одновибратора 6, и формирователь 8 сигналов управления силовыми элементами катодной группы инвертора, подключенный входом к выходу преобразователя 5. Входом блока 3 управления является вход преобразователя 5, объединенный с управляющим входом одновибратора 6, а выходом - выходы формирователей 7, 8 сигналов управления силовыми элементами инвертора.

Трехфазный мостовой инвертор 2 представляет собой три однофазных инвертора, соединенных в трехфазную группу. Управляющие входы 9-14 силовых элементов анодной группы инвертора связаны с соответствующими выходами формирователя 7, а управляющие входы 15-20 силовых элементов катодной группы инвертора - с выходами формирователя 8. Высокий уровень выходных сигналов формирователей 7, 8 соответствует замкнутому состоянию соответствующих силовых элементов инвертора 2.

Устройство работает следующим образом.

Задатчик 4 скорости формирует напряжение, пропорциональное требуемой частоте  $f$  напряжения питания двигателя 1.

Выходное напряжение задатчика 4 скорости преобразуется с помощью блока 5 в импульсы, частота следования которых равна  $6f$ . Одновибратор 6 преобразует входные импульсы в импульсы с переменной длительностью, равной

$$\tau = \tau_0 + K_0/f, \quad (1)$$

где  $\tau$ ,  $K_0$  - постоянные величины.

С помощью формирователей 7, 8 и трехфазного мостового инвертора 2 обмотки двигателя 1 запитываются трехфазным импульсным напряжением; Каждая полуволна фазных напряжений двигателя 1 состоит из трех

импульсов, равных по амплитуде и по длительности, смещенных друг относительно друга по фазе на угол  $\pi/3$ . При этом длительность импульсов определяется выражением (1).

На фиг. 3 приведены временные диаграммы, поясняющие работу устройства, где  $U_5, U_6$  - выходные сигналы преобразователя 5 и одновибратора 6,  $U_i, i = 9, 10, \dots, 20$ , - сигналы управления силовыми элементами инвертора 2.  $U_A, U_B, U_C$  - фазные напряжения двигателя 1.

В соответствии с гармоническим анализом амплитуда первой гармоники фазных напряжений двигателя 1 с достаточной степенью точности равна

$$U = 8U_n \tau f,$$

где  $U_n$  - амплитуда импульсов напряжения, равная напряжению питания инвертора 2.

Тогда с учетом (1) амплитуда первой гармоники представляется в виде

$$U = U_0 + Kf, \quad (2)$$

$$\text{где } U_0 = 8U_n K_0, K = 8U_n \tau_0. \quad (3)$$

Из полученного результата следует, что при регулировании длительности импульсов В каждой полуволне напряжения питания двигателя согласно (1), напряжение питания двигателя уменьшается в меньшей степени, чем снижается частота.

Когда напряжение питания двигателя изменяется пропорционально частоте, то на низких частотах из-за увеличения доли падения напряжения на активных сопротивлениях от Общего напряжения питания двигателя магнитная система двигателя оказывается недо возбужденной, и, как следствие, падение максимума момента двигателя и ухудшение жесткости его механической характеристики.

Когда же напряжение питания задаётся согласно (2), то представляется возможным существенно улучшить характеристики двигателя на низких частотах за счет компенсации падения напряжения на активных сопротивлениях двигателя.

В данном случае зависимость напряжения питания двигателя от частоты определяется коэффициентами  $U_0$  и  $K$ . Эти коэффициенты согласно (3) зависят от  $\tau_0$  и  $K_0$ , которые задают длительность импульсов напряжения питания двигателя в зависимости от требуемой частоты питания.

Постоянные коэффициенты  $U_0$  и  $K_0$  выбираются с учетом параметров двигателя согласно формулам:

$$\tau_0 = \frac{U_n - U_{\min}}{8 U_n (f_n - f_{\min})},$$

$$K_0 = \frac{U_{\min} f_n - U_n f_{\min}}{U_n - U_{\min}},$$

где  $U_n, f_n$  - номинальные значения амплитуды и частоты напряжения питания двигателя.

$U_{\min}, f_{\min}$  - минимальные значения амплитуды и частоты напряжения питания двигателя, соответствующие нижней границе диапазона регулирования частоты вращения.

Напряжение  $U_{\min}$  принимается максимально допустимым.

Таким образом, дополнительное регулирование длительности импульсов в каждой полуволне напряжения питания двигателя по предлагаемому закону позволяет уменьшать напряжение питания двигателя в меньшей степени, чем снижается частота. Это дает возможность повысить устойчивость привода путем сохранения перегрузочной способности двигателя на низких частотах вращения.

