

*Нуруллаев О.  
Старший преподаватель  
кафедры Электр технологии  
Джизакский политехнический институт  
Узбекистан, г. Джизак*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ**

***Аннотация:** Сегодня асинхронные машины широко используются в промышленности. Поэтому оптимальное управление асинхронными машинами является одной из основных задач, стоящих перед отраслью. В данной статье анализируется управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. В результате исследования была получена диаграмма сигналов, поступающих с транзисторного преобразователя.*

***Ключевые слова:** короткозамкнутый ротор, транзисторный преобразователь, широтноимпульсная модуляция, электропривод, регулирования скорости.*

***Annotation:** Today, asynchronous machines are widely used in industry. Therefore, the optimal control of asynchronous machines is one of the main challenges facing the industry. This article analyzes the control of an asynchronous motor with a squirrel-cage rotor. As a result of the study, a diagram of the signals coming from the transistor converter was obtained.*

***Keywords:** squirrel-cage rotor, transistor converter, pulse-width modulation, electric drive, speed control.*

В настоящее время большинство промышленных механизмов, в особенности требующих пониженной скорости вращения при работе без нагрузки, таких, как транспортеры в ночное время суток, вентиляторы, насосы, компрессоры, воздуходувки, остаются нерегулируемыми. В условиях роста цен на электроэнергию и другие виды энергоресурсов насущной необходимостью является их модернизация. Такие механизмы потребляют до 25–30 % всей электроэнергии. Из-за отсутствия регулирования производительности изменением частоты вращения для них характерно завышенное электропотребление. Переход к регулированию частоты вращения приводит к заметной экономии электроэнергии, в некоторых случаях до 30–40 %. Существующие современные двухзвенные преобразователи частоты, построенные на полностью управляемых силовых ключах, решают задачу регулирования скорости механизма. Однако их применение не всегда оправданно из-за высокой стоимости, сложности эксплуатации, высоких требований к уровню квалификации обслуживающего персонала. Кроме того, подобные системы часто имеют избыточные регулировочные возможности. Существуют также простые способы регулирования скорости: переключение числа пар полюсов в двигателе, регулирование напряжения на статоре, импульсное регулирование и т.д. Данные способы обладают незначительными капитальными затратами и просты в эксплуатации. Вместе с тем, реализация указанных способов сопровождается значительными потерями энергии, главным образом, за счет скольжения. Для названного класса механизмов, не требующих высокой точности поддержания скорости, полезно найти решения, которые, с одной стороны, соответствовали бы требованию простоты реализации, а с другой – не вносили бы увеличение потерь скольжения в асинхронном двигателе (АД).<sup>1</sup> По этой причине представляются актуальными разработка и использование возможностей электропривода (ЭП) с таким способом управления, который бы обеспечивал снижение энергии потерь при одновременной реализации

простейших задач регулирования скорости. Автором предложен способ регулирования скорости асинхронного электропривода на базе транзисторных преобразователей напряжения с комбинированным управлением силовыми ключами, отличающийся относительной простотой (для регулирования используется один транзистор в каждой фазе цепи статора) и сравнительно небольшими электрическими потерями. С учетом сказанного, целью работы является обоснование возможности применения разработанного автором способа управления силовыми ключами транзисторного преобразователя переменного напряжения в цепи статора асинхронного двигателя для улучшения энергетических и регулировочных показателей электропривода.<sup>2</sup> При решении задач повышения энергетической эффективности и улучшения гармонического состава выходного напряжения полупроводниковых преобразователей для питания асинхронных двигателей используются различные комбинации фазового и широтно-импульсного способов регулирования сетевого напряжения. При этом напряжение питания от источника синусоидального напряжения преобразовывается различными способами, основной целью которых является обеспечение приемлемых показателей преобразования электрической энергии асинхронными двигателями.<sup>3</sup> Предлагаемый способ управления электроприводом имеет следующие особенности: простая схема транзисторного коммутатора (в случае трехфазного асинхронного двигателя требуется лишь три транзисторных ключа), уменьшаются потери, вызванные высшими гармониками тока и напряжения, для реверса электропривода не требуется двойного комплекта транзисторного коммутатора (в этом случае за счет изменения знака напряжения на выходе регулятора работает транзистор, обеспечивающий другую полярность импульсов напряжения и знак электромагнитного момента двигателя). Питание двигателя трехфазным напряжением в схеме управления на основе транзисторного преобразователя при формировании пониженной частоты вращения асинхронного двигателя с

короткозамкнутым ротором с малой нагрузкой является наиболее простым. При формировании напряжения на обмотку ротора в определенной последовательности подаются импульсы сетевого напряжения. Процесс формирования выходного напряжения трехфазного преобразователя показан на рис. 1. Характер изменения напряжения соответствует случаю питания активно-индуктивной нагрузки (все обмотки двигателя имеют активно-индуктивное сопротивление и не учитывается противо ЭДС двигателя), что позволяет наиболее наглядно представить алгоритмы управления вентилями (рис. 2).

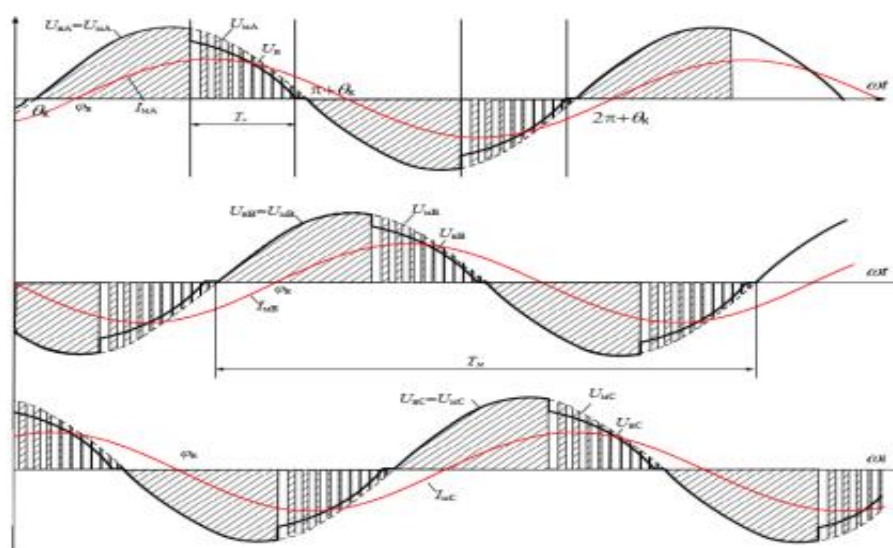


Рис. 1 – Временные диаграммы, иллюстрирующие процесс формирования выходного напряжения для предложенного способа управления ключами транзисторного преобразователя.

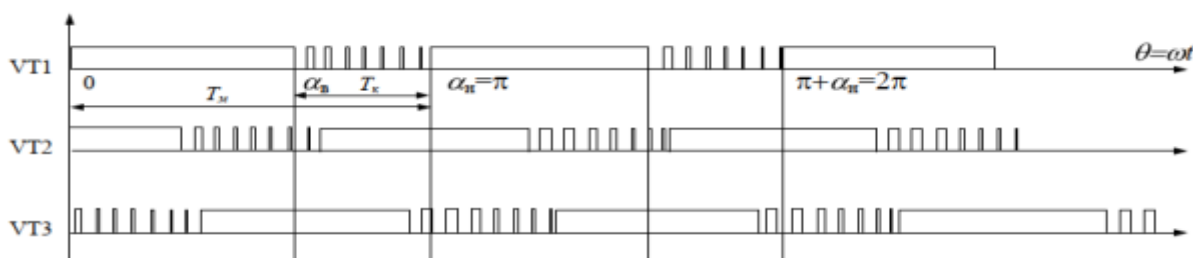


Рис. 2 – Временные диаграммы, иллюстрирующие алгоритм формирования импульсов управления транзисторами в каждой фазе преобразователя.

На рис. 1, 2 приняты следующие обозначения:  $U_{MA}$  – напряжение фазы А питающей сети;  $U_{MB}$  – напряжение фазы В питающей сети;  $U_{MC}$  –

напряжение фазы С питающей сети;  $U_{iA}$  – напряжение фазы А нагрузки;  $U_{iB}$  – напряжение фазы В нагрузки;  $U_{iC}$  – напряжение фазы С нагрузки;  $I_{mA}$  – нагрузочная составляющая тока фазы А сети;  $I_{mB}$  – нагрузочная составляющая тока фазы В сети;  $I_{mC}$  – нагрузочная составляющая тока фазы С сети; VT1, VT2, VT3 – сигналы управления транзисторами 1, 2, 3 фазы А, В и С, соответственно;  $\alpha$  – угол открытия транзистора при положительной полуволне питающего напряжения;  $\beta$  – угол открывания транзистора при отрицательной полуволне питающего напряжения;  $\gamma_k$  – угол опережения момента перехода напряжения сети через нулевое значение;  $\delta$  – фазовый угол нагрузки;  $T_k$  – период коммутации силового транзисторного ключа при формировании модулированной части полуволны напряжения нагрузки;  $T_m$  – период сетевого напряжения. При этом изменение величины коэффициента заполнения импульсов модулированного напряжения реализуется по синусоидальному закону от начального рассчитанного значения до нуля. Это позволяет улучшить гармонический состав выходного напряжения, уменьшить влияние преобразующего устройства на сеть питания и других потребителей, повышает энергетическую эффективность электроприводов технологических механизмов с асинхронными двигателями при формировании специальных режимов работы или при пуске.<sup>4</sup>

### Литература:

1. Могучев М.Б. Улучшение динамических и энергетических показателей электроприводов экскаваторов, выполненных на базе моноблочного транзисторного преобразователя с прямым обменом энергией с сетью. Диссертация на соисканий ученой степени к.т.н. – Самара, СамГТУ, 2006.
2. Юхименко М.Ю. Режимы управления преобразователя переменного напряжения с улучшенным гармоническим составом выходного напряжения // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-

виробничий журнал. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 4/2012 (20). – С. 115–121.

3. Бергер А.Я. Методы повышения коэффициента мощности асинхронных электродвигателей и их синхронизация. – М.–Л.: Госэнергоиздат, 1956. – 31 с.

4. Браславский И.Я. Возможности энергосбережения при использовании регулируемых асинхронных электроприводов // Труды 11-ой науч.-техн. конф. «Электроприводы переменного тока», 24–26 февраля 1998 г. – Екатеринбург: УГТУ, 1998. – С. 102–107.