

Королев В. И., студент 2 курс магистратуры, кафедра «Электромеханика, электрические и электронные аппараты»

Национальный Исследовательский университет «МЭИ», Россия, г. Москва

СПОСОБЫ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН С АКСИАЛЬНЫМ ПОТОКОМ

Аннотация: В работе проведён обзор торцевых электрических машин. Рассмотрены различные системы питания для рассматриваемого двигателя. Проведено краткое изучение основных численных и аналитических методов проектирования электрических машин.

Ключевые слова: Индукторная машина, вентильно-индукторная машина, индуктивность, преобразование энергии, регулирование режима работы.

Annotation: This paper reviews terminal electrical machines. Various power systems for the engine in question are considered. A brief study of the main numerical and analytical methods for the design of electrical machines.

Key words: Inductor machine, switched-reluctance machine, inductivity, conversion of energy, monitor control.

Бесщеточные двигатели подразделяются на два принципиальных класса: с синусоидальным питанием и с управляемым питанием прямоугольной формы. Синусоидальное питание обеспечивает круговое вращающиеся поле, и такие двигатели называются синхронными (рис.1).

Управляемые двигатели с прямоугольной волной напряжения также питаются трехфазными прямоугольными волнами, сдвинутыми на 120°

(рис.1.б), но эта форма либо прямоугольная, либо трапецеидальная (рис.1.в). Такая форма волны напряжения создается, когда токи якоря точно синхронизированы с частотой вращения и углом поворота ротора.

Большинство методов управления требуемого контроля положения ротора, используют датчик положения ротора, установленный на роторе. Эта схема контроля функционально эквивалентна механическому коллектору и является электронным коммутатором. Вот почему двигатели с прямоугольной формой питающего напряжения называют бесщёточными двигателями. Альтернативное имя, используемое в силовой электронике и в электроприводе - самоконтролируемая синхронизация.

Двигатели средней мощности с постоянными магнитами (в диапазоне нескольких кВт) используют линейный преобразователь (мост) и инвертор с силовыми транзисторами или IGBT (рис.2.а).

На рис.2.б. показана схема инвертора тока на тиристорах со звеном постоянного тока. Инвертор на стороне двигателя это простой трехфазный мост на тиристорах. Здесь не только используется управляемый мост, но также инвертор коммутируется без обращения к ускоренной коммутации. Коммутация при нагрузке гарантирует работу синхронного двигателя при перевозбуждении, так что он работает при опережающем коэффициенте мощности. Эти углы лежат в диапазоне 30° . В результате уменьшается потребление входной мощности. Исключение ускоренной коммутации определяет простую схему инвертора и, следовательно, уменьшение габаритов инвертора, веса и потерь энергии [1, с. 86].

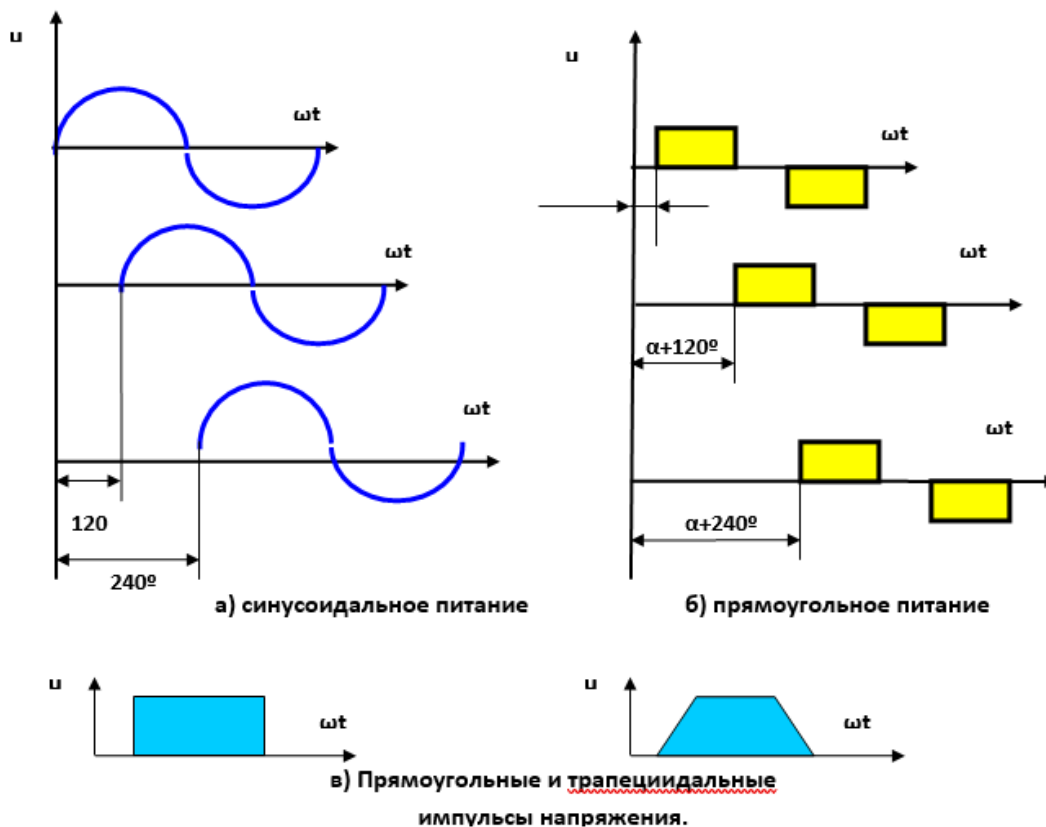


Рисунок 1. Виды питаний.

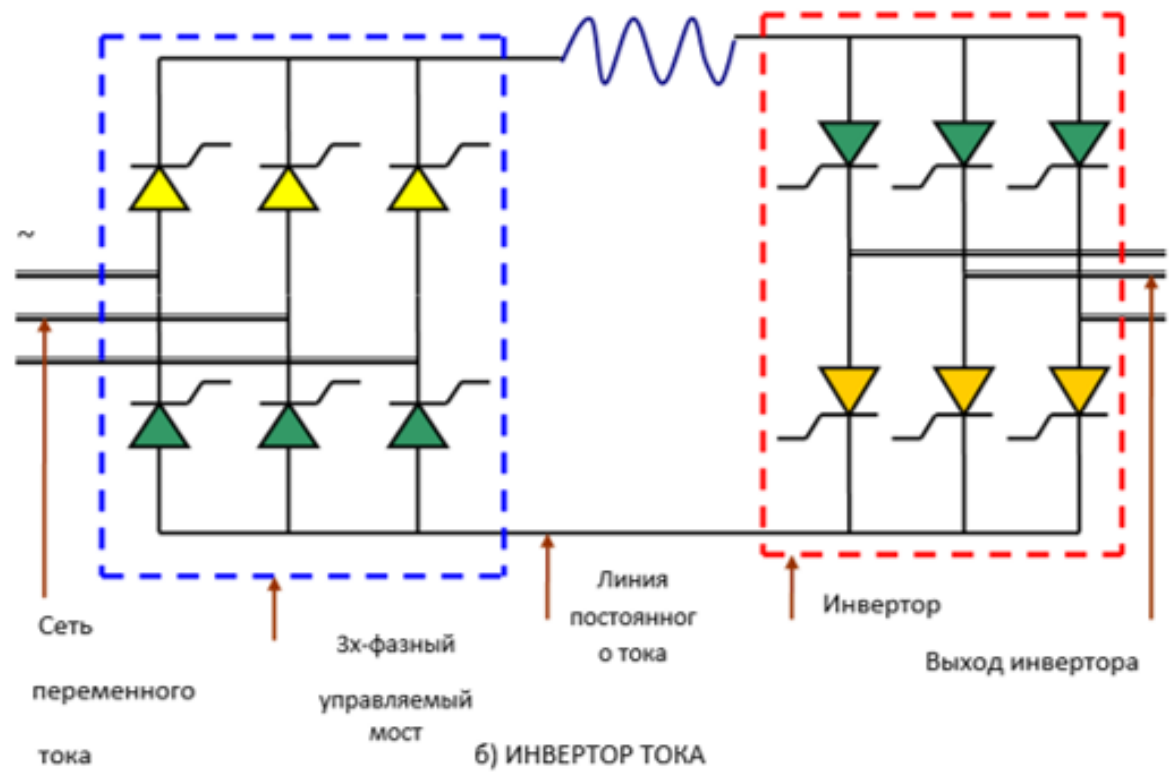
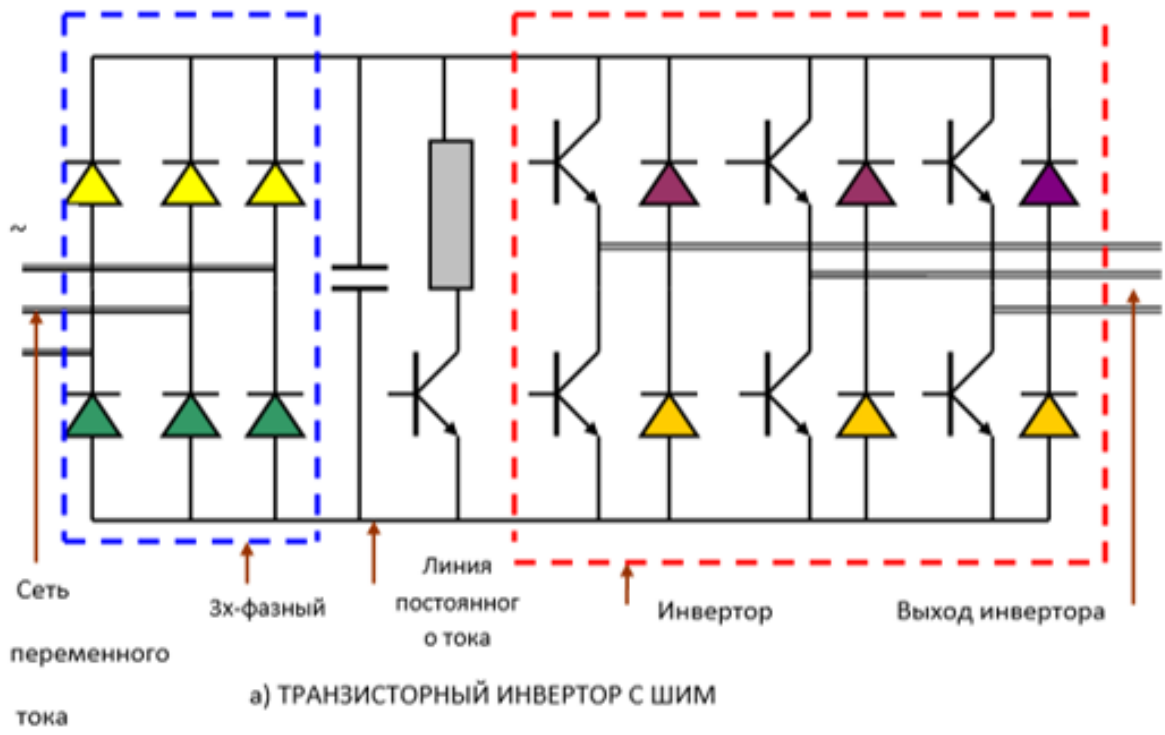
Другое преимущество такого питания — это возможность управления в четырех квадрантах без дополнительного изменения направления потока мощности. Индуцированная ЭДС двигателя, которая требуется для коммутации инвертора при нагрузке, не пригодна для двигателя в неподвижном состоянии и при очень низких скоростях (менее 10% от полной скорости). При этих условиях коммутация тока обеспечивается управляемым мостом в режиме инвертора и ускорения спада в линии постоянного тока до нуля. Таким образом, обеспечивается отключения тиристоров в инверторе.

Максимальная выходная частота в инверторе тока ограничивается временем коммутации, которое в свою очередь определяется суммой углов перекрытия и граничного угла. Эти углы не зависят от нагрузки. У обычных тиристоров максимальная частота переключения достигает около 90 Гц. Тиристоры с повышенной частотой переключения позволяют поднять этот предел до 400 Гц.

Коммутационные цепи для улучшения коммутации могут быть исключены, если применить GTO тиристоры, что позволит упростить схему инвертора. Кроме этого, частота импульсов возрастает, и могут быть использованы синхронные двигатели с высокой сверхпереходной индуктивностью.

ШИМ - инверторы напряжения с GTO тиристорами (рис.2.в) позволяют работать при коэффициенте мощности равном единице ($\cos(\varphi)=1$). Возможно четырех квадрантное управление, но с соответствующим управлением моста, который позволяет рекуперацию мощности [2, с. 36].

Максимум частоты на выходе инвертора тока ограничен, даже, если используются быстро переключаемые тиристоры. Высокая частота переключения может быть достигнута, если применяются инверторы напряжения, который использует тиристоры с встречно включенными параллельными диодами (рис.2.г). Здесь коммутируемым напряжением является напряжение постоянного тока. Угол коммутации есть разница между граничным углом и углом открытия тиристора. Это приводит к высокой частоте переключения. Сверхпереходная индуктивность не должна быть очень маленькой, как для случая инвертора тока. Более того, синхронный двигатель работает при опережающем коэффициенте мощности ($\cos(\varphi)<1$), при этом опережающие углы лежат в диапазоне от 5° до 10° .



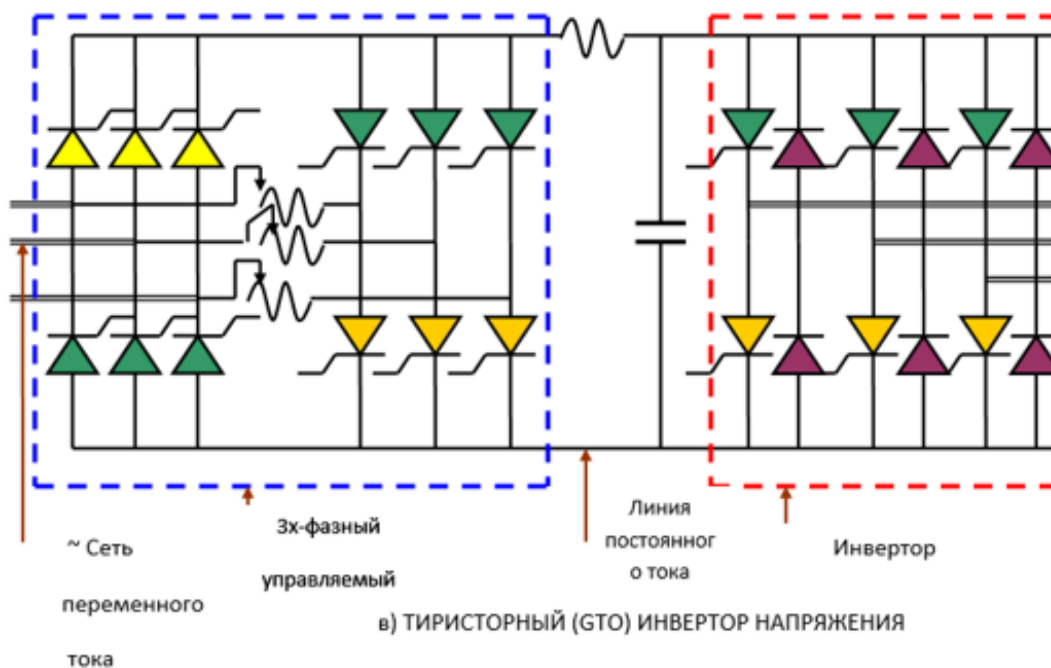
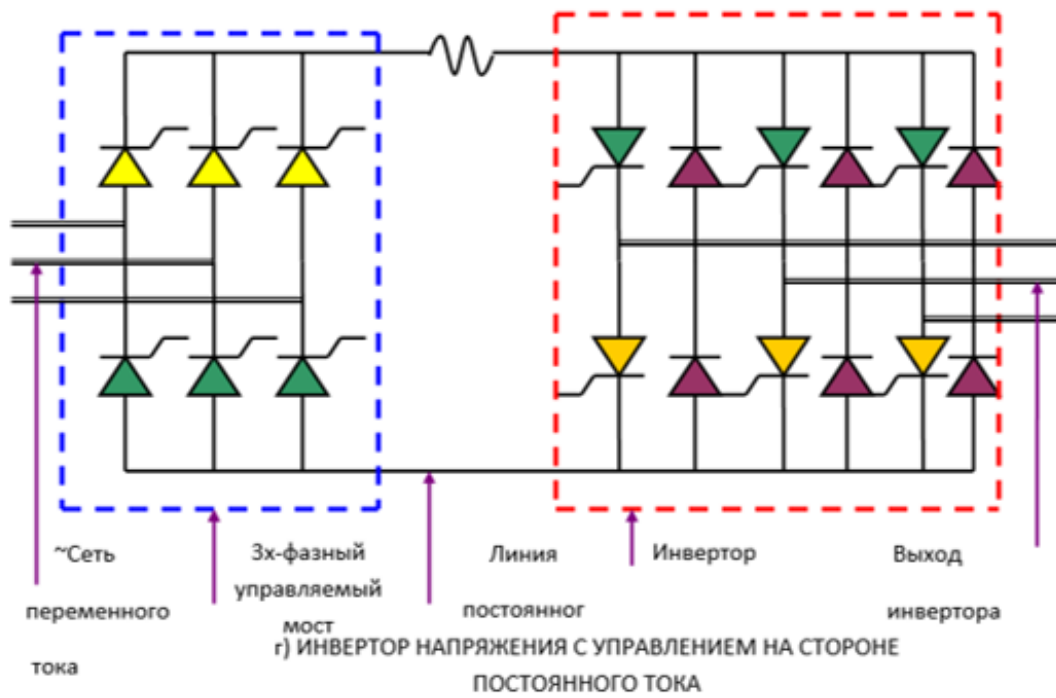


Рисунок 2. Основные схемы преобразователей для синхронных двигателей

Синхронный двигатель с питанием от инвертора тока может быть запущен импульсами постоянного тока также, как и от инвертора тока. Характеристики инвертора очень чувствительны к углу управления. Также возможны режимы работы двигателя во всех четырех квадрантах, но при

соответствующем управлении моста, который обеспечивает рекуперацию энергии в сеть.

Возможно применение циклоконвертера, когда необходимо передать значительную мощность низкоскоростному синхронному двигателю, так как у них ограничена максимальная выходная частота (рис.3).

Водометные двигатели для пассажирских судов используют синхронные двигатели, которые питаются от циклоконвертеров. Преимущество циклоконвертеров состоит в том, что они обеспечивают очень низкие пульсации момента при низких скоростях вращения. Объединяя, циклоконвертер и инвертор тока (цикло-токовый конвертер) можно получить высокую выходную частоту на выходе.

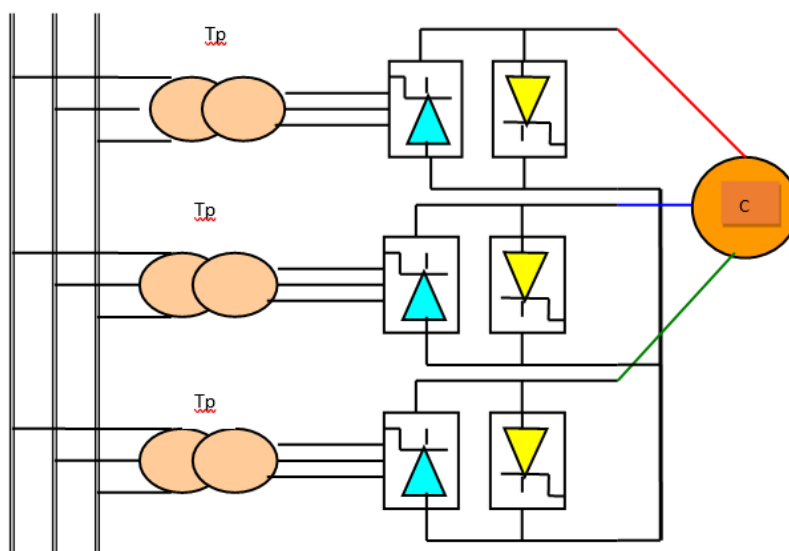


Рисунок 3. Циклоконвертер для синхронного двигателя.

В бесщеточных двигателях постоянного тока прямоугольная волна, которая подается на двигатель, синхронизирована по углу поворота ротора- θ . Система управления оборудована обратной связью по углу θ . Основные элементы управляемого электропривода постоянного тока: двигатель с постоянными магнитами, выходной каскад (инвертор), усилитель, датчик положения ротора (кодирующее устройство, синусно-косинусный преобразователь угла, датчик Холла), генератор импульсов, токовый детектор, датчик скорости (если используется) контроллер и т. д., микропроцессор или

компьютер с платой для цифровой обработки сигналов. Упрощенная схема управления двигателя постоянного тока с постоянными магнитами показана на рис.4. Если требуется постоянная частота вращения ротора, то датчик положения ротора может быть исключен из схемы [3, с. 46].

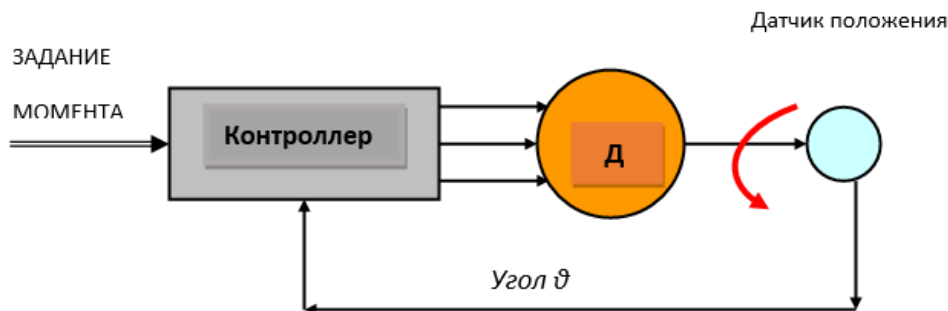


Рисунок 4. Бесщеточный двигатель постоянного тока.

Существующие сейчас технологии производства и использования электроники позволяют выбрать материалы, пригодные для разных областей использования, в зависимости от потребностей. Это может быть как очень точное дорогостоящее оборудование, сделанное на заказ, или типовые исполнения магнитов и схем управления для не дорогого серийного производства.

Библиографический список:

1. Маринин Ю.С. Методы расчёта специальных электрических машин: : учеб. пособие по курсу специальные электрические машины/ Ю.В. Абрамкин. – М.: Издательство МЭИ. 1993.
2. Вильданов К. Я. Торцевые асинхронные электродвигатели интегрального исполнения: дис. д-ра техн. наук. 05.09.01. М., 2000.
3. Сромин А.Ф. Расчёт дисковых вентильных электродвигателей для привода станков роботов: Электротехника. 1988.№2. стр. 45-48.