

## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ШИМ-КОММУТАТОР ДЛЯ СИСТЕМЫ БЕЗРЕДУКТОРНОГО ПРИВОДА ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА НА БАЗЕ БЕСКОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ДИСКОВЫМ РОТОРОМ

**Введение.** В последнее время всё большую популярность в лифтовом электроприводе приобретает безредукторный электропривод с бесколлекторными двигателями. Это связано с повышенными требованиями к надёжности как механической, так и электрической части электропривода. Механическая надёжность такой системы обусловлена отсутствием шестерен редуктора и подшипникового узла, а электрическая – отсутствием скользящих контактов. К тому же такая система не имеет зазоров в механической передаче, что в свою очередь улучшает точность позиционирования.

**Постановка задач исследования.** Задача состоит не в простой замене коллектора на бесконтактные полупроводниковые элементы, а в создании 4-х квадрантного лифтового безредукторного электропривода с ШИМ-регулированием на базе бесколлекторного двигателя постоянного тока с дисковым ротором с применением регуляторов тока, скорости, положения.

**Материалы исследования.** В Одесском национальном политехническом университете был разработан новый тип двигателя – бесколлекторный двигатель постоянного тока с дисковым ротором, который с успехом можно применять для подобных электромеханических систем. Двигатель состоит из неподвижного статора, на котором размещены обмотка возбуждения с обмоткой якоря и ротора в виде диска с ферромагнитными полюсами. Достоинствами такого двигателя являются повышенный КПД по сравнению с другими низкоскоростными двигателями, большая перегрузочная способность (коэффициент перегрузки  $K_p = 10 \div 15$ ), отсутствие щёточно-коллекторного узла, а также дисковый ротор, имеющий малую массу и, как следствие, малый момент инерции. Модульная конструкция позволяет повышать мощность и момент на валу двигателя за счёт использования дополнительных модулей.

Принцип действия двигателя основан на поочерёдной коммутации секций обмоток якоря. Для подтверждения расчётных параметров в первом варианте для коммутации обмоток был применён коллектор. Второй вариант предполагает бесконтактную коммутацию обмоток якоря по датчику положения ротора. Структурная схема коммутатора изображена на рис.1.

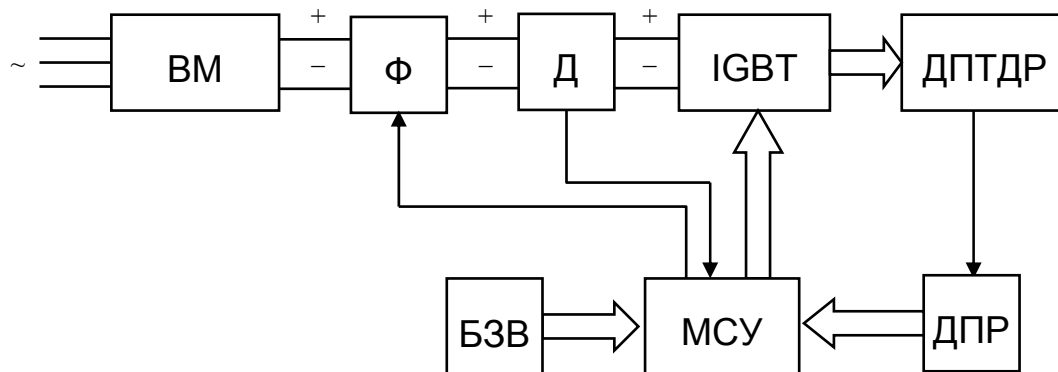


Рис.1. Структурная схема коммутатора для бесколлекторного привода постоянного тока

На структурной схеме обозначены: ВМ – выпрямительный мост; Ф – фильтр с разрядным устройством; Д – датчики тока и напряжения; IGBT – IGBT модули; ДПТДР - двигатель постоянного тока с дисковым ротором; БЗВ – блок задающих воздействий; МСУ – микропроцессорная система управления; ДПР – датчик положения ротора.

Коммутатор состоит из двух основных составляющих: силовой части и системы управления. С учётом наличия 12 секций обмоток и необходимости формирования 4-х квадрантов электромеханических характеристик, силовая часть коммутатора должна содержать 24 полупроводниковых силовых ключа. В качестве полупроводниковых силовых ключей используются 4 интеллектуальных силовых IGBT модуля компании Mitsubishi, каждый из которых содержит в себе 6 силовых транзисторов с обратными диодами, а также драйверы для управления их затворами. Помимо этого, интеллектуальные модули имеют защиту от КЗ и перегрузок по току, защиту от понижения напряжения, а также от превышения температуры теплоотвода. Все эти достоинства IGBT модулей в значительной степени упростили схемотехнику силовой части устройства, уменьшили габаритные разме-

ры и повысили надёжность коммутатора. К силовой части коммутатора относятся также неуправляемый 3-х фазный выпрямительный мост и фильтр с разрядным устройством.

Система управления относится к цифровым системам. Она построена на микроконтроллере семейства AVR Atmega32 и позволяет осуществлять контроль, управление и регулирование системы электропривода в целом. В её состав входит 5 основных модулей: модуль приема информации от датчика положения ротора, модуль приёма информации от блока задающих воздействий, модуль контроля, модуль регуляторов и широтно-импульсный преобразователь.

Модуль приёма информации от датчика положения ротора позволяет согласовать датчик положения ротора с системой управления. Благодаря этому модулю система управления «знает» частоту, направление вращения и положение вала двигателя. В качестве датчика положения ротора используется абсолютный энкодер, который механически связан с валом двигателя. Благодаря использованию именно абсолютного энкодера является возможным определение не только скорости и направления вращения, но и положения вала двигателя.

Модуль приёма информации от блока задающих воздействий позволяет сформировать закон задающего воздействия, определяющего режим работы электропривода, на основании заданных параметров движения.

Модуль контроля опрашивает датчики тока и напряжения, установленные в силовой части коммутатора, следит за работой блока IGBT транзисторов, управляет разрядным устройством и, в случае возникновения аварийных режимов работы этих модулей, генерирует команду на отключение двигателя.

Модуль регуляторов – трёхконтурный с регуляторами тока, скорости и положения. Сигналами регуляторов являются сигналы, вырабатываемые датчиком тока, модулем приёма информации от блока задающих воздействий, модулем приёма информации от датчика положения ротора.

Информация от всех модулей микропроцессорной системы подаётся на широтно-импульсный преобразователь и за счёт двухполярной широтно-импульсной модуляции ведётся коммутация обмоток и ШИМ – управление двигателем.

На рис.2 приведены экспериментальные осциллограммы формы напряжения на одной из секций обмотки якоря, а также тока двигателя при частоте коммутации ШИМ 5 кГц и скважности  $\gamma = 0,5$ .

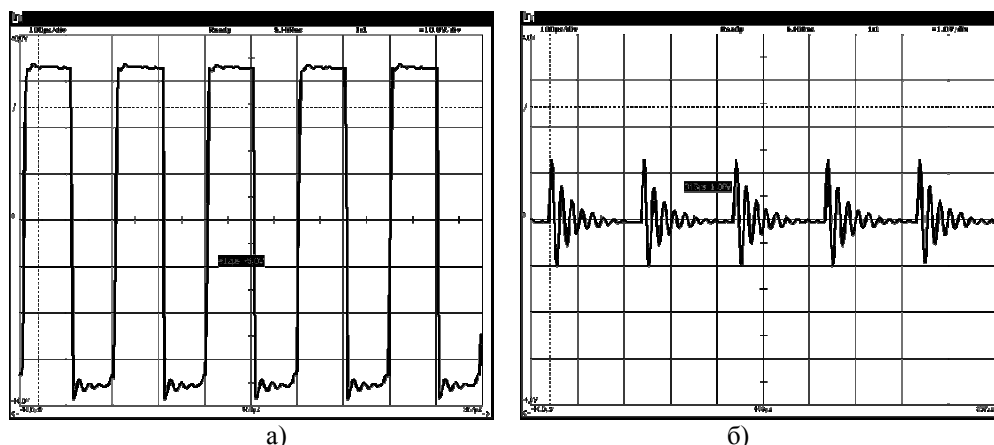


Рис.2. Экспериментальные осциллограммы формы напряжения (а) и тока (б)

**Вывод.** Результатом выполнения поставленной задачи есть создание 4-х квадрантного полупроводникового ШИМ - коммутатора с трёхконтурной системой регулирования, который совместно с бесколлекторным двигателем постоянного тока с дисковым ротором можно применить в безредукторном лифтовом электроприводе.

Отсутствие редуктора повышает надёжность, упрощает обслуживание, а высокий КПД позволяет экономить электроэнергию в статических и динамических режимах работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ № 2286642С2. Н02К23/00. Электрический двигатель постоянного тока индукторного типа. / В.В.Булгар, В.В.Гололобов, А.Д.Ивлев, А.В.Яковлев, Д.А.Ивлев // Бюл № 30. – 2006г.

2. Патент України № 89072С2. Н02К21/12. Торцевий електричний двигун постійного струму з комбінованим збудженням. / В.В.Булгар, А.Д.Ивлев, О.В.Яковлев, Д.А.Ивлев // Бюл № 24. – 2009р.