

НОВЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И ПРИЛОЖЕНИЯ

ДЭН ДЖОНС (DAN JONES), инженер по применению, *Incremotion*

Применение конструкций с постоянными магнитами с осевым, поперечным и радиальным потоками позволяет оптимизировать крутящий момент, мощность, эффективность, размер, вес и другие эксплуатационные параметры электродвигателей. В статье сделан обзор современных электродвигателей разного типа.

В настоящее время перед разработчиками электродвигателей стоит задача оптимизации крутящего момента двигателя/генератора, эффективности, размеров веса и других эксплуатационных параметров. На практике условия конкретных приложений диктуют, какие именно характеристики электродвигателей должны быть оптимизированы. Режимы работы практически всех двигателей могут быть разделены на три группы: с постоянной скоростью, с переменной скоростью или в режиме старт-стоп. Растущие требования к эффективности по мощности ведут к применению электронных приводов, обеспечивающих переменную скорость вращения двигателей, что позволяет увеличивать эффективность в более широком диапазоне по сравнению с режимами с постоянной скоростью. При разработке систем перемещения, где необходима высокая точность позиционирования, требуются, как правило, двигатели с высокими пиковыми значениями крутящих моментов, равномерной скоростью и плавным снижением момента при остановке. Силовые и управляющие электронные устройства обеспечивают контроль за перемещением и всей мехатронной системой, состоящей из двигателя, его привода и управляющих элементов.

Существует пять основных типов электродвигателей: универсальный щеточный электродвигатель постоянного тока, индукционный электродвигатель переменного тока, бесщеточный синхронный электродвигатель с электронным управлением, синхронный электродвигатель с постоянным магнитом (PM) и, наконец, — универсальный электродвигатель с двумя обмотками, который может управляться как постоянным, так и переменным входными напряжениями. Недостатком последнего электродвигателя является низкая эффективность по мощности. Щеточные электродвигатели постоянного тока с двумя обмотками и постоянным магнитом имеют ограниченный

срок службы из-за механической коммутационной системы.

В новых технологических разработках используются в основном индукционные электродвигатели, двигатели с переменным или переключаемым магнитным сопротивлением и бесщеточные синхронные электродвигатели с постоянным магнитом. Иногда появляются разработки, в которых скомбинированы эти три технологии.

ДВИГАТЕЛЬ С ПОСТОЯННЫМ МАГНИТОМ

Электродвигатели с постоянным магнитом характеризуются самой высокой эффективностью по мощности и являются лидерами среди широкого круга современных двигателей. Бесщеточные синхронные электродвигатели с постоянным магнитом (PMSM) имеют несколько названий: бесщеточный электродвигатель постоянного тока, бесщеточный PMAС-электродвигатель, а также электродвигатель с электронным управлением (ECM).

В настоящее время в PMSM, используемых в широком диапазоне приложений, магниты располагаются на цилиндрической поверхности ротора. Последние тенденции развития сервосистем позиционирования заключаются в создании IPM-конфигураций

с внутренними и скрытыми в цилиндрических переключателях постоянными магнитами. Такие конфигурации позволяют увеличивать крутящий момент или снижать размеры и вес различных прецизионных систем позиционирования. Сервоприводы данного типа находят применение в станках, роботах и различных полупроводниковых устройствах.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ С АКСИАЛЬНЫМ МАГНИТНЫМ ПОТОКОМ

Транспортная индустрия (мопеды, скутеры, мотоциклы и автомобили) является целевой аудиторией PMSM-технологии. Два замечательных примера систем с новым расположением магнитов — это PMSM с аксиальным и поперечным потоками. Показанный на рисунке 1 PMSM с аксиальным потоком имеет уникальную дисковую форму, позволяющую получить больший крутящий момент, чем традиционные PMSM цилиндрической формы с радиальным потоком. Такая уникальная конфигурация позволяет разместить электродвигатель в центре рулевого колеса практически любого транспортного средства. Электродвигатели с аксиальным потоком обеспечивают большой крутящий момент и низкую

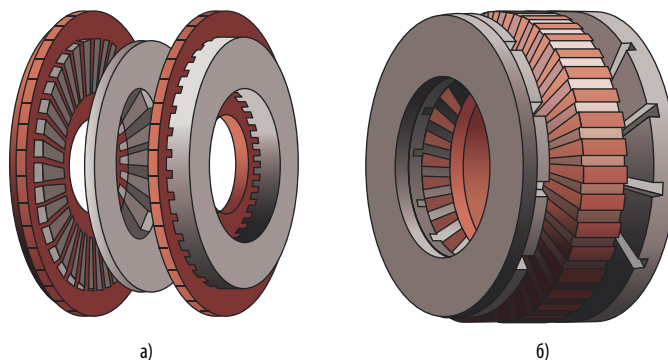


Рис. 1. Электрическая машина с внутренним ротором и аксиальным потоком (а) и с аксиальным потоком тороидальной формы (б)

КОМПЛЕКТНЫЕ ПОСТАВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

www.zolshar.ru

Actel
Agilent
Technologies
Aimtec
Altera
Golledge
Analog Devices
Degson
Epcos
Bourns

Epson
Fujitsu
Allegro
Bomar
Linear
Cree
Cypress
Micron
Honeywell
IDT

Microsemi
Fairchild
Bolymin
Bright Led
Electronics
NXP
Hitachi Aic
Hitano
Rochester
Electronics

Seme Lab
STM
Murata
Avago
Intersil
Xilinx
Yageo
Micron
AMD
Samsung

Kemet
Infineon
Kingbright
Kyocera
Integra
Ligitek
CapXon
Maxim
Microchip
Edison

Molex
Semicron
Lattice
National
Semiconductor
Harting
Philips
Jamicon
Mini- Circuits
Intel

ВЗПП-С
Восход
Исеть
Интеграл
Кремний
Кулон
Мезон
НЗПП
Светлана
Элеконд

ATC
Atmel
AVX
Bergquist
Holt
Huber+suhner
Samtec
Vishay
Wima
IRF

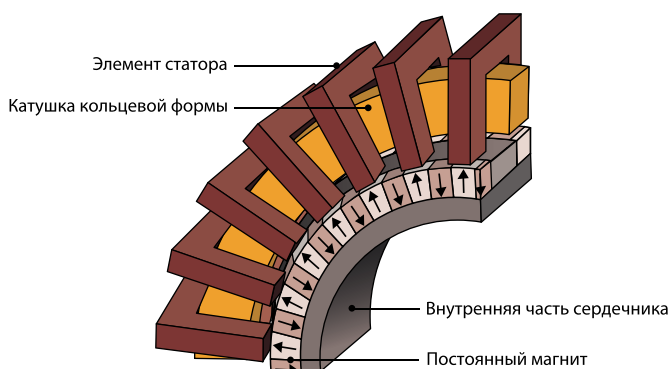


Рис. 2. Двигатели с поперечным потоком

осевую скорость, что во многих приложениях устраняет необходимость применения дорогостоящих редукторов. Возрождающийся интерес к гибридным или электрическим транспортным средствам благоприятствует стремлению разработчиков применять электродвигатели с аксиальным потоком.

Существуют две основных конфигурации для создания аксиального потока: внутренний PM-ротор между двумя обмотками статора и тор с двумя роторами вокруг неподвижного статора. Конфигурация с внутренним PM-ротором является наиболее популярной.

Транспортные компании поддерживают исследования, проводимые в университетах по всему миру, направленные на оценку, разработку и использование электродвигателей этого типа. Китайские компании выпускают большое количество электродвигателей с аксиальным потоком для мопедов. Правда, многие молодые компании не смогли пережить недавний кризис, но тем не менее, KLD Energy Technologies, Austin, TX, предлагают производителям скутеров 5-кВт модель такого типа. Компании YASA Motors, Abington, UK разработали электродвигатели с аксиальным потоком для более крупных транспортных средств с беспазовым (slotless) статором. Эти электродвигатели производят более 60 Нм при 3600 об/мин (25 кВт) и имеют пиковую эффективность по мощности 96%. Практически все двигатели с аксиальным потоком используют сверхмощные постоянные магниты из неодим-ферробора.

Более уникальную конфигурацию PMSM с аксиальным потоком предлагает компания NovaTorque. Осевая длина ее PMSM больше радиального диаметра. Ротор двигателя NovaTorque содержит конические втулки, состоящие из ферритовых магнитов, встроенных в IPM-конфигурации в магнитно-мягкий материал. Такая конфигурация вкпе с недорогими ферритовыми магнитами позволяет достичь характеристик, превышающих аналогичные параметры,

получаемые при использовании магнитов из редкоземельных материалов (ниодима). Втулки размещаются на каждом конце ротора, поэтому магнитный поток протекает прямо (параллельно оси) через аксиально ориентированные полюса статора. Поверхности конических втулок ротора формируют большую площадь воздушного зазора, что позволяет улучшить крутящий момент.

Первый электродвигатель такого типа — PremiumPlus+ компании NovaTorque — PMSM-электродвигатель с аксиальным потоком мощностью 3 л.с.— развивает 18 Нм при 1800 об/мин. NovaTorque фокусирует свое внимание на вентиляторах, насосах и компрессорах, используемых в системах нагрева, вентиляции, кондиционирования и охлаждения (HVACR).

ДВИГАТЕЛИ С ПОПЕРЕЧНЫМ ПОТОКОМ

Двигатели с поперечным потоком (см. рис. 2) имеют сложную магнитную схему. Если для двигателей с радиальным и аксиальным потоками можно построить двумерную модель либо методом анализа конечного элемента (FEA), либо другими прямыми математическими методами, то для электродвигателей с поперечным потоком требуется трехмерное (3D) моделирование методом FEA, поскольку трехмерными являются их магнитные схемы.

В таких двигателях U-образные магнитные элементы расположены вокруг обмотки статора кольцевой формы. Электродвигатели с поперечным потоком были изобретены еще в 1896 г., но разработка приложений, где востребованы их улучшенные характеристики, задерживалась из-за сложной структуры и высокой стоимости. Появление магнитов из ниодима и мягких магнитных композитных материалов позволило швейцарской компании Landert Motoren разработать небольшие электродвигатели с поперечным потоком серии MDD1 с номинальным крутящим моментом 3,3...10 Нм при 300 об/мин

(100...300 Вт). Такие двигатели могут быть использованы во вращающихся столах и других промышленных приложениях.

Компания Electric ResearchInstitute (Южная Корея) выпускает электродвигатели с поперечным потоком уже более 10 лет. Причем в этой компании разработаны версии как для линейного, так и для вращательного движения. Эти транспортные системы способны достигать 1120 фунт-сила (5000 Н). Электродвигатели с поперечным потоком могут развивать очень высокий крутящий момент и плотность мощности, но отличаются довольно высокой стоимостью. В настоящее время их применение ограничено специальными приложениями.

ГИБРИДНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Цилиндрические электродвигатели с радиальным потоком — это тоже перспективное направление разработок. Здесь используются сразу две технологии двигателей: двигатели с постоянным магнитом (PM) и переменным магнитным сопротивлением (VR) и индукционные двигатели переменного тока с постоянным магнитом (PM). Лучший пример такого объединения продемонстрировала компания QM Power. Новая технология QM Power — ParallelPath Magnetic Technology (PPMT) — объединяет VR- и PM-технологии. Два магнитных потока протекают по одним и тем же магнитным элементам электродвигателя: один поток формируется двумя PM, а другой — VR-обмоткой ротора-статора. Магнитная сила может быть увеличена в три раза, что приводит к росту плотности мощности на 30% и аналогичному возрастанию пиковой эффективности, как утверждает QM Power. Диапазон мощности составляет от 100 Вт до сотен кВт.

PPMT предназначены для работы в приложениях как с постоянной, так и с переменной скоростью вращения, включая тяговые приводы. PPMT характеризуются высокой эффективностью по мощности при высоких нагрузках. Они демонстрируют очень хорошие характеристики при использовании ферритовых магнитов.

Другой пример гибридных двигателей — линейный индукционный двигатель переменного тока, объединяющий короткозамкнутый ротор и PM-магнит (обычно ферритовый), что позволяет значительно улучшить эффективность электродвигателя. Компания Lafert Corp. (Италия) выпускает семейство промышленных и коммерческих линейных PPMT-двигателей переменного тока мощностью 1...15 кВт с увеличенной пиковой эффективностью на 5–8%.

110101011010110101011101
010101
011011
011011

PEAK

electronics

THE WORLD OF DC/DC-CONVERTERS

МОЩНЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НА ПЕЧАТНУЮ ПЛАТУ



ПАРАМЕТРЫ

- Мощность 10-75 Вт
- «Широкий» вход 9...18; 18...36; 36...72 В
- «Ультраширокий» вход 9...36; 18...72 В
- Высокий КПД 78-90%
- Широкий диапазон рабочих температур -40...71°C
- Подстройка выходного напряжения
- Выносная обратная связь
- Дистанционное включение/выключение
- Плавный запуск

ПРИМЕНЕНИЕ

- Приборы промышленной автоматизации
- Телекоммуникационное оборудование
- Изделия систем безопасности
- Автоэлектроника

Наш дистрибьютор в России:

Москва
Тел.: (495) 995-09-01
Факс: (495) 995-09-02
E-mail: msk@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403
E-mail: spb@compel.ru

 **Компэл**
www.compel.ru