

УДК 621.3

Электрические машины нового поколения

Ермолинская Л.Э., Пармоник Н.С.

Научный руководитель - к.т.н., доцент КОНСТАНТИНОВА С.В.

Электрическая машина служит для преобразования механической энергии в электрическую и электрической в механическую, а также электрической энергии в электрическую же, отличающуюся по напряжению, роду тока, частоте и другим параметрам. Действие электрической машины основано на использовании явления электромагнитной индукции и законов, определяющих взаимодействие электрических токов и магнитных полей. Для преобразования механической энергии в электрическую служат электромашинные генераторы, электрической энергии в механическую - электрические двигатели. Каждая из этих машин энергетически обратима, т. е. может работать как в генераторном, так и в двигательном режиме; однако выпускаемые промышленностью электрические машины обычно предназначены для выполнения определенной работы.

В настоящее время развитие электрических машин неразрывно связано с созданием новых технологий.

Броуновский двигатель Исследователи из IBM Research провели первую демонстрацию работы реального колебательного броуновского двигателя, способного перемещать наноразмерные частицы вдоль предопределенных путей. Это, в свою очередь, позволит реализовать высокоточные процедуры сортировки этих частиц, использовать новый принцип движения в устройствах типа «лаборатория-на-чипе» и в других устройствах, предназначенных для исследований в области физики, химии, биологии и т.п.

Броуновский двигатель преобразовывает случайное Броуновское движение в механическую работу, т.е. хаотическое движение в прямолинейное движение частицы. Для этого используется механическое устройство, напоминающее отвертку с трещоткой, которая позволяет крутить отвертку в одном или в обратном направлении в зависимости от положения переключателя и направления зубцов трещотки.

Колебательные силы, вызываемые броуновским движением, прижимают частицы к зубцам трещотки. Это, с учетом направления зубцов трещотки, приводит к перемещению частиц в одном направлении. Броуновский двигатель сам не производит никакого движения, его устройство лишь препятствует перемещению частиц в обратном направлении.

Трещотка броуновского двигателя была создана при помощи нагретого острого кремниевого наконечника, который использовался для порезки полимерного материала. Такая технология называется тепловой литографией при помощи наконечника сканирующего микроскопа. Для создания устройства сортировки наночастиц были изготовлены две противонаправленные трещотки броуновских двигателей, расположенных рядом, имеющие различную длину зубцов. На эти трещотки была помещена капелька воды, в которой находилось большое количество золотых наночастиц, размером 60 и 100 нанометров. Все было покрыто слоем стекла, к которому был приложен электрический потенциал, под воздействием созданного электрического поля наночастицы распределились равномерно по всему объему воды. Частицы большего размера начали двигаться вдоль трещотки с большими зубцами, а меньшие - вдоль трещотки с меньшими зубцами, и в результате всего за несколько секунд все 60-нм наночастицы были отправлены в правую сторону, а все 100-нм частицы сгруппировались на левой стороне устройства.

Расчеты, проведенные учеными, показали, что такой метод сможет работать с наночастицами, размерами от 5 до 100 нанометров, а правильная сортировка наночастиц возможна при разнице их размеров всего в 1 нм. Созданное устройство, имеет очень малый размер и работает при электрическом потенциале в 5 Вольт, в отличие от других подобных устройств, оно не нуждается в перепадах давления, создаваемых микроскопическими насосами. Это делает данное устройство идеальным для использования в лабораториях-на-чипе, производящих

анализ размеров частиц, таких, как молекулы ДНК, белки, квантовые точки и нано частицы различных форм и размеров.

Ветряной генератор Haliade-X является самым большим и мощным ветряным генератором в мире на сегодняшний день, и который установлен на испытательном полигоне компании близ Блайта, Великобритания. Создание новой ветряной турбины было проведено сотрудниками Отдела возобновляемых источников энергии компании General Electric. Высота турбины составляет 260 метров, диаметр ротора - 220 метров, а длина одной лопасти - 107 метров. В течение года эта турбина способна выработать 67 ГВт·ч электроэнергии, что на 63 процента больше, чем может выработать любой другой из существующих ветряных генераторов. Такое кардинальное увеличение эффективности является следствием не только увеличения размеров турбины, но и использования в ее конструкции целого ряда самых современных инновационных технологий.

Магнитные катушки. Специалистами Лаборатории физики плазмы Принстонского университета созданы новые большие магнитные катушки. Использование этих катушек позволяет увеличить общую эффективность реактора термоядерного синтеза Wendelstein 7-X (W7-X) типа стелларатор, что было продемонстрировано в ходе последних экспериментов. Реактор W7-X является самым большим, мощным и современным стелларатором в мире, он используется для проведения исследований в области термоядерного синтеза и для проверки ряда технологий, уникальных для конструкций реакторов типа стелларатор.

Стеллараторы - это реакторы термоядерного синтеза, тороидальная камера которых имеет сложную извилистую форму, как и создаваемые вокруг нее магнитные поля. Такая необычная конструкция, согласно теории, помогает таким реакторам работать в непрерывном режиме, затрачивая на это гораздо меньше энергии, чем затрачивают обычные "ровные" реакторы типа токамак. Помимо этого, сложная конфигурация магнитного поля позволяет надежно удерживать высокотемпературную плазму, что уменьшает риск ее контакта с внутренними стенками камеры реактора.

Новая система управления, наряду с точным расположением катушек электромагнитов, позволяет контролировать размер и положение области контакта плазмы с теплоотводами. При этом, для гарантированного удержания шнура плазмы на месте оказалось достаточно 10 процентов от номинальной мощности этих катушек.

Высокочастотные электрические трансформаторы являются одним из основных электронных компонентов, обеспечивающих возможность беспроводного соединения и обмена данным. Такие трансформаторы являются одними из самых габаритных и тяжелых компонентов, устанавливаемых на электронных печатных платах.

Исследователям из университета Иллинойса удалось кардинально сократить размеры высокочастотных трансформаторов, благодаря чему их можно будет встраивать прямо в конструкцию гибридных чипов и модулей.

Новые трансформаторы представляют собой скатанные в миниатюрные рулоны тонкие пленки, на поверхность которых нанесены проводники. Такой подход позволяет сократить размер трансформатора в 10-100 раз по отношению к размерам самых миниатюрных их современных трансформаторов. При этом, производство такого компонента лишь немного сложнее, чем производство необходимых для него исходных материалов.

Решением обеспечения высокого магнитного сцепления между витками обмоток стала технология, разработанная ранее для изготовления "рулонных" катушек индуктивности. Токпроводящие проводники наносятся на поверхность растянутой упругой пленки, после чего она самостоятельно сворачивается в рулон. Для изготовления трансформатора требуются лишь незначительные изменения первоначальной технологии, для этого лишь требуется нанести на пленку не одну, а две или большее количество токопроводящих дорожек.

Высокое магнитное сцепление обмоток позволяет изготавливать таким методом трансформаторы, имеющие большое значение коэффициента передачи (трансформации). Это, в

свою очередь, позволит использовать такие трансформаторы не только в качестве согласующих трансформаторов и трансформаторов развязки, но и усиливающих трансформаторов, которые способны поднять чувствительность приемников электронных устройств.

В дальнейшем ученые планируют использовать в качестве обмоток проводники, изготовленные из более токопроводящих материалов, что в свою очередь позволит сделать рулонные трансформаторы еще меньшими, гибкими и более эффективными.

Сверхвысоковольтного трансформатора постоянного тока. Электротехническая компания АВВ в настоящее время проводит тестирование низковольтных и высоковольтных узлов самого мощного в мире **сверхвысоковольтного трансформатора постоянного тока**. Эта силовая установка с рабочим напряжением в 1100кВ будет использоваться для обеспечения работы высоковольтных линий электропередачи, связывающих провинцию Синьцзян, северо-восток Китая, и провинцию Аньхой на востоке. Линия будет способна транспортировать 12 000 МВт, что эквивалентно энергии, вырабатываемой 12 крупными электростанциями, и это на 50 процентов больше, чем обеспечивают существующие HVDC-линии, напряжением 800 кВ. Расстояние, на которое будет передаваться электрическая энергия, будет превышать 3 тысячи километров, в то время, как протяженность 800-кВ линий не превышает 2 тысяч километров. После введения в эксплуатацию, линия сможет обеспечить энергией восемь 500-кВ вторичных линий и две линии, напряжением 1000 кВ. Для обеспечения работы такой линии компанией АВВ был разработан целый ряд сопутствующих сверхвысоковольтных технологий, электрические компоненты, включая инверторы, выключатели постоянного тока, изоляторы и т.п.

Термоэлектрические (ТЭ) генераторы. Несмотря на массу исследований, проведенных в данном направлении, созданные термоэлектрические генераторы являются устройствами, работающими при достаточно высоких температурах. Исследователи из университета Осаки, совместно с инженерами компании Hitachi, Ltd., разработали новый материал с достаточно высокими термоэлектрическими параметрами и эффективностью работы при комнатной температуре.

Термоэлектрические генераторы, изготовленные из специальных материалов, вырабатывают электрический ток в случае, если их одна сторона нагрета сильнее, чем вторая. Помимо этого, термоэлектрический эффект может работать и в обратную сторону, регулируя электрический ток через материал, подаваемый от внешнего источника, можно поддерживать заданный температурный градиент между сторонами материала. Все термоэлектрические материалы обладают достаточно высокой электрической проводимостью, плюс низкой теплопроводностью, что не допускает произвольного выравнивания температурного градиента. Эффективность работы термоэлектрического материала выражается значением параметра, называемого коэффициентом мощности, который пропорционален электрической, тепловой проводимости и константе, называемой коэффициентом Сибека.

Ветряные генераторы. Компанией Tuerg Wind из Туниса создан генератор, который вместо вращательных движений, машет своими "крыльями", подражая движениям крыльев птицы колибри. Два крыла турбины Tuerg Wind, изготовленные из углеродистого волокна, имеют длину 1.6 метра. А полный "размах крыльев" этого генератора составляет 3.56 метра. При этом, область пространства, занимаемого генератором Tuerg Wind, меньше области, требующейся для традиционного ветрогенератора сопоставимой мощности, которая в данном случае составляет 1 кВт.

Ветрогенератор Tuerg Wind создает меньше шума по сравнению с традиционными генераторами. Кроме этого, он более безопасен для окружающей среды и не представляет угрозы для пролетающих мимо птиц. Конструкция ветрогенератора допускает увеличение его габаритов и мощности до уровня, необходимого для объединения ветрогенераторов в электростанции, располагаемые на суше или в море.

В настоящее время интенсивно разрабатываются **бесконтактные двигатели постоянного тока** на различные мощности. Катушки обмоток статора получают энергию от сети постоянного тока через специальный полупроводниковый коммутатор (инвертор), позволяющий

регулировать частоту вращения двигателя в необходимых пределах или стабилизировать ее. Механические характеристики БДПТ могут быть от абсолютно жестких, как у синхронного двигателя, до характеристик, соответствующих обычным коллекторным двигателям постоянного тока.

Применение бесколлекторных генераторов и бесконтактных двигателей постоянного тока позволит повысить надежность и улучшить эксплуатационные показатели систем электроснабжения и силового электропривода.

Кроме того, в настоящее время широко используются при производстве электрических машин самые современные конструкционные и изоляционные материалы, нанотехнологии.

Литература

1. <https://studfiles.net/preview/1640464/page:3/>
2. <https://www.dailytechinfo.org>
3. Электрическая машина /// Большая Советская Энциклопедия. Изд. 3-е. Т. 30. Экслибрис – Яя. – М.: Советская энциклопедия, 1978. – 632 с.
4. Электрические машины нового поколения / В.А. Ручкин. – К.: Знания Украины, 2013. – 19 с. – Библиогр.: с.19.