**Содержание**

1. Введение

2. Основная часть

2.1 Характерные особенности бесконтактных двигателей

2.2 Конструкция бесконтактного двигателя

2.3 Схема электромагнитной системы линейного бесконтактного двигателя

3. Заключение

4. Список использованной литературы

5. Приложения

**1. Введение**

В начале 60-х г. были разработаны первые бесконтактные электродвигатели постоянного тока типа БП-203, БП-251 и БПС-202. В первом космическом скафандре в кислородном нагнетателе был установлен бесконтактный электродвигатель БПК-401.

За прошедшие 40 лет разработаны 4 поколения бесконтактных электродвигателей. Двигатели 4-го поколения серии БК-1 (20 модификаций), БК-2 (6 модификаций) и ДБ (5 модификаций) применяются в приводах вентиляторов и насосов систем жизнеобеспечения, в системах терморегулирования КА и скафандрах космонавтов. Только на орбитальной станции «Мир» установлено более 100 таких электродвигателей.

Для обеспечения большого гарантийного ресурса двигателей в составе КА с длительным сроком активного существования НПП ВНИИЭМ ведет разработку бесконтактных электродвигателей постоянного тока с гидростатическими опорами ротора для насосных агрегатов. НПП ВНИИЭМ также ведет постоянную работу по совершенствованию разработанных изделий, дальнейшему повышению их надежности и долговечности, а также по созданию новых изделий, в наибольшей степени отвечающих требованиям потребителя.

Техническое решение для бесконтактного гидроподвеса вращающегося ротора обеспечивает возможность реализации электрической машины насосного исполнения с практически неограниченным ресурсом, определяемым лишь сроком сохраняемости электротехнических материалов и комплектующих элементов, способных обеспечить гарантийный ресурс двигателя в составе элек-тронасосного агрегата более 100 тыс. часов.

**2. Основная часть**

**2.1 Характерные особенности бесконтактных двигателей**

Коллекторные двигатели постоянного тока обладают хорошими регулировочными свойствами и экономичны, но наличие скользящего контакта коллектор – щетки ограничивает область их применения.

В настоящее время в связи с развитием силовой полупроводниковой электроники появились и начали получать все более широкое распространение бесконтактные двигатели постоянного тока. При замене механического коммутатора – коллектора с щетками полупроводниковым коммутатором двигатель постоянного тока становится более надежным и долговечным, создает меньше радиопомех, особенно при высоких частотах вращения, когда очень быстро изнашиваются щетки и значительно увеличиваются искрение и радиопомехи.

В отличие от обычного коллекторного двигателя бесконтактный двигатель постоянного тока обладает рядом характерных особенностей.

1. Силовая обмотка якоря расположена на статоре и состоит из нескольких катушек, сдвинутых относительно друг друга в пространстве. Ротор выполняют в виде постоянного магнита.

2. Положение оси магнитного потока ротора по отношению к осям катушек силовой обмотки статора определяется бесконтактными датчиками (трансформаторными, индукционными, магнитоэлектрическими, фотоэлектрическими).

3. Бесконтактный полупроводниковый коммутатор осуществляет коммутацию катушек силовой обмотки статора по сигналам датчиков положения. При мощности двигателей до 0,5 – 1 кВт в качестве коммутирующих элементов обычно используются транзисторы, при большей мощности – тиристоры.

Эти факторы позволяют при устранении скользящего контакта коллектор–щетки сохранить основную особенность машины постоянного тока, заключающуюся в том, что частота переключения катушек обмотки якоря определяется частотой вращения ротора. Благодаря этому бесконтактный двигатель постоянного тока в основном сохраняет характеристики коллекторного двигателя с независимым возбуждением.

**2.2 Конструкция бесконтактного двигателя**

Рассмотрим простейшую конструкцию бесконтактного двигателя (рис.1).

В корпусе 1 расположены электромагнитные системы двигателя и датчика положения. Магнитопровод статора двигателя 2 выполнен из электротехнической стали. В его пазах расположена обмотка 3, состоящая из двух обмоток, сдвинутых в пространстве на 90°. Каждая обмотка представляет собой сосредоточенную многовитковую катушку. Ротор 4 с одной парой полюсов изготовлен из постоянного магнита. При подаче постоянного напряжения на обмотку статора по ней проходит ток, который по взаимодействии с магнитным потоком ротора создает вращающий момент.

Роль датчика положения ротора относительно обмотки статора выполняют два магнитоуправляемых диода Д1 и Д2, расположенных на дополнительном кольцевом магнитопроводе 5, и вращающийся ферромагнитный диск 6. Диск имеет немагнитную вставку 7, занимающую половину его толщины на половине окружности. Магнитный поток датчика Фд создается постоянным магнитом 8 с радиальной намагниченностью. Каждый из магнитоуправляемых диодов одну половину оборота вала находится в зоне действия магнитного потока Фд и открыт, а вторую - вне зоны действия магнитного потока Фд и закрыт.

Работа датчиков и полупроводникового коммутатора К (рис.2) согласована при расположении датчиков Д1 и Д2 по осям обмоток статора 1 и 2 и линии симметрии диска СС перпендикулярно оси полюсов ротора. В положении, изображенном на рис.2, a, сигнал, управляющий коммутатором, снимается с датчика Д1, и коммутатор подает на обмотку 1 напряжение указанной на рисунке полярности.

Когда сигнал отсутствует, коммутатор К подает на обмотку 1 напряжение противоположной полярности (рис. 2, б). Аналогично со сдвигом на 90° подключается к коммутатору обмотка 2 по сигналам датчика Д2. При этом изменение коммутатором полярности напряжения на обмотках статора осуществляется в момент перехода оси потока ротора через ось данной обмотки статора. Тем самым обеспечивается изменение направления тока в обмотке статора при подходе оси полюса ротора противоположного знака. Следовательно, сохраняется одно направление вращающего момента эм, создаваемого силами Fэм, в пределах полного оборота ротора, т.е. выполняется роль коллектора электрической машины постоянного тока.

На рис.3 показана схема подключения обмоток двигателя к транзисторам TI и Т8 коммутатора и таблица, определяющая порядок переключения транзисторов по сигналам датчиков Д1 и Д2.

Известно, что электромагнитный момент, действующий на виток с током, помещенный в магнитное поле, пропорционален току витка и магнитному потоку и зависит от угла между осями витка и поля. Зависимость электромагнитного момента от угла поворота ротора для двухобмоточного двигателя, включенного по схеме рис. 3, показана на рис. 4.

На этом рисунке M1 и M2 – моменты взаимодействия раздельно с 1 и 2 обмотками, M1,2 - результирующий момент.

Как видно из графиков M1 и M2, при включении напряжения только на одну обмотку статора ротор двигателя не приходит во вращение, если начальное положение ротора соответствует углу Θ, при котором вращающий момент эм меньше момента сопротивления на валу. Кроме того, существенная пульсация вращающего момента в пределах оборота ротора приводит, соответственно, к нестабильности мгновенной угловой скорости ротора.

При наличии двух (и более) обмоток на статоре уменьшение момента взаимодействия ротора с одной из обмоток компенсируется увеличением момента взаимодействия с другой. Соответственно, обеспечивается достаточно большой пусковой момент при любом угловом положении ротора, снижение пульсации вращающего момента в пределах оборота и нестабильности мгновенной угловой скорости ротора.

Характеристики бесконтактных микродвигателей тем ближе к характеристикам классического двигателя постоянного тока, чем больше число обмоток на статоре. Однако пропорционально числу обмоток увеличивается необходимое число чувствительных элементов датчиков положения и число транзисторов в коммутаторе. Поэтому практически число обмоток нецелесообразно более трех–четырех.

**2.3 Схема электромагнитной системы линейного бесконтактного двигателя**

Для повышения стабильности момента и угловой скорости в пределах оборота применяют специальные схемы модуляции тока в обмотках статора.

В настоящее время крупными сериями выпускаются только бесконтактные микродвигатели. Однако наблюдается тенденция роста выпуска бесконтактных двигателей малой мощности, которые могут составить конкуренцию высокомоментным двигателям, используемым в промышленных роботах, приводах подач обрабатывающих центров и т.д. Объясняется это, в частности, тем что сами бесконтактные двигатели имеют меньшие габариты и массу, чем коллекторные, так как у них лучше условия охлаждения – источники тепла только на статоре, и отсутствует такой источник нагрева, как узел трения коллектор–щетки. Правда, бесконтактный двигатель не может работать без полупроводникового коммутатора.

В ряде случаев двигатели постоянного тока целесообразно делать линейными.

На рис.5, а показана схема электромагнитной системы линейного бесконтактного двигателя. Корпус индуктора 1 выполнен из ферромагнитного материала и служит внешним магнитопроводом. В корпусе расположены постоянные магниты 2, создающие поток возбуждения Фв, индуктор является подвижной частью линейного двигателя. Якорь 3 представляет собой диэлектрическую пластину, на поверхности которой методом фотолитографии выполнена печатная схема проводников 4. Якорь является неподвижной частью двигателя. Длина якоря lя больше длины индуктора lи на длину хода индуктора. Проводники якоря объединены в катушки, оси которых сдвинуты по длине якоря. Выводы катушек подсоединены к полупроводниковому коммутатору. На рис. 5, б показана схема кинематического звена поступательного перемещения с линейным двигателем. Якорь 3 прикреплен к неподвижной направляющей 5, а индуктор 1 – к подвижной каретке 6. На направляющей по осям катушек якоря расположены сигнальные элементы, вызывающие срабатывание датчиков положения индуктора относительно якоря, расположенных на каретке.

Работа линейного бесконтактного двигателя мало отличается от работы рассмотренного ранее вращающегося бесконтактного двигателя. Различие состоит в том, что силы электромагнитного взаимодействия тока якоря с полем возбуждения индуктора создают тяговое электромагнитное усилие Fтяг в плоскости якоря, которое приводит к поступательному перемещению индуктора.

**3. Заключение**

Бесконтактные электродвигатели постоянного тока типа БК-1, БК-2, ДБ предназначены для применения в составе научной и служебной аппаратуры космических аппаратов, других технических средств с высокой надежностью и длительным сроком службы без регламентного обслуживания. Основными узлами двигателей являются ротор с постоянными магнитами, статор с обмотками и датчиками положения ротора на эффекте Холла, полупроводниковый коммутатор (встроенный для двигателей БК-1 и БК-2, либо выполненный в виде отдельного конструктива для двигателей типа ДБ). Ротор двигателей БК-2 и ДБ отделен от статора герметичной гильзой, что обеспечивает надежную изоляцию внутренней полости двигателей с вращающимся ротором от окружающей среды, дает возможность простыми средствами встроить электродвигатель, например в насос гидросистемы, не заботясь об установке на вал двигателя каких-либо уплотнителей.

Бесконтактные электродвигатели типа БК-1, БК-2, ДБ различных модификаций успешно применяются в приводах вентиляторов и насосов систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов, пилотируемых кораблей, скафандров космонавтов. Они используются для перекачки горячей щелочи в насосах электрохимических источников тока, обеспечивают функционирование компрессоров микрокриогенных установок, ряда приборов и систем, в том числе автоматизированных технологических комплексов.

**4. Список использованной литературы**

1. Учебное пособие «Электромеханические устройства автоматики». М. – 2002.

2. Стома С.А., Ремизов В.Е., Кузьмин В.Н., Медушев С.В., Михайлов Е.М., Тихомиров В.К. Изделия точной электромеханики для космических аппаратов (опыт создания и эксплуатации). М.: МЭИ. 1999.

**5. Приложения**

бесконтактный двигатель ток аппаратура

Рисунок 1.

****

Рисунок 2.

****

Рисунок 3.



Рисунок 4.



Рисунок 5.

