

УДК 621.313.2

К.А. ГОЛОВКО, студент гр. ЭРб-181,
Научный руководитель Е.В. СКРЕБНЕВА, ст. преподаватель
КузГТУ
г. Кемерово

МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА: КОЛЛЕКТОРНЫЕ И БЕСКОЛЛЕКТОРНЫЕ, ИХ ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ И КОНСТРУКЦИИ

Машина постоянного тока это электрическая машина, предназначенная для конвертации механической энергии в электрическую и наоборот. Устройства, которые преобразуют механическую энергию в электрическую являются генераторами. А преобразователь электрической энергии в механическую называется двигатель.

Существуют различные виды исполнения машин постоянного тока, коллекторные и бесколлекторные.

Коллекторной электромашиной называется устройство, у которого датчиком положения вала и переключателем обмоток является одно и то же устройство, носящее название- коллектор. Электромашины данного вида исполнения могут работать только на постоянном токе, или и на постоянном, и на переменном.

Коллекторная электромашина включает в себя такие компоненты как: статор, ротор, обмотки полюса, сердечник полюса, щетки, коллекторные пластины, ламели. В данном случае ротор является якорем, который потребляет ток, и там же индуцируется ЭДС.

Принцип действия коллекторной электромашины основан на законе электромагнитной индукции. Ротор, с расположенными на нем обмотками, подключается к источнику постоянного тока через коллекторные кольца, а щетки помогают поддерживать контакт с источником питания. При подаче тока на ротор, в ней наводится ЭДС, и в соответствии с законом Лоренца, он начинает вращаться. В момент, когда ротор расположен перпендикулярно магнитному потоку, происходит замедление вращения, то есть крутящий момент близок к нулю, что ведет к неравномерному движению ротора. Для предотвращения такого состояния добавляется еще один контур обмотки ротора, с отдельной коллекторной парой. При такой схеме, в момент, когда первый контур находится в вертикальном положении второй контур подключается к источнику питания, таким образом, движущая сила всегда присутствует в системе, чем больше контуров, тем более плавным будет вращение.

Коллекторные двигатели широко применяются в быту и промышленных устройствах за счет своих преимуществ, а именно:

- Дешевизна;
- Небольшие пусковые токи;
- Непосредственное подключение к сети;
- Простота управления.

Но за счет своих недостатков применение возможно не во всех отраслях промышленности и бытовых приборов. К примеру, КЭПТ нельзя использовать во взрывоопасных помещениях, так как при вращении ротора возможно искрение щеток. Недостатки у электромашин подобного исполнения следующие:

- Невысокий КПД;
- Износ компонентов из-за трения (щеток, коллекторных колец, ламелей)
- Искрение щеток;
- Помехи и искажения в питающей цепи из-за постоянного переключения обмоток.

Бесколлекторной электромашиной постоянного тока (БЭПТ) называют устройство, в котором ток в обмотках переключает коммутатор (инвертор), обмотки расположены на статоре, а не на роторе как в коллекторной машине. Коммутатор состоит из 6 транзисторов, они и подают ток в ту или иную обмотку, в зависимости от положения ротора.

В последнее время все чаще используются БЭПТ для обеспечения более надежной, эффективной и бесшумной работы.

Ротор БЭПТ оснащен постоянным магнитом. На статоре обычно расположены 3 обмотки. При подаче постоянного тока на обмотку, она запитывается и становится электромагнитом. Действие БЭПТ основано на взаимодействии магнитных полей между постоянным магнитом и электромагнитом. В состоянии, когда катушки находятся под напряжением, противоположенные полюса ротора и статора притягиваются друг к другу. С приближением ротора к первой катушке, напряжение подается на вторую катушку, с приближением ротора ко второй, подается напряжение на третью катушку, после чего на первую катушку подается напряжение обратной полярности. Данный процесс повторяется и ротор продолжает вращаться. Для повышения эффективности работы в статоре, на каждую катушку, устанавливаются датчики положения ротора- датчики Холла. Они подают сигнал на контроллер когда на них воздействует магнитное поле, в следствии чего подается напряжение на нужную для эффективной работы катушку.

БЭПТ применяются как для привода мелких механизмов, так и в мощных устройствах. Например в электротранспорте применяется именно такой

тип электродвигателей. Отсутствие коллекторного узла позволяет применять в опасных местах, а также в местах с повышенной влажностью, без опасений замыканий, искрения или возгорания из-за дефектов в щеточном узле. Благодаря высокому КПД и хорошим массогабаритным показателям они нашли применение и в космической промышленности.

Преимущества бесколлекторных электромашин:

- Отсутствие искрящего коллекторного узла, требующего регулярного обслуживания;
- Высокий КПД (более 80%) ;
- Высокая скорость вращения;
- Отсутствие помех в питающую сеть.

Недостатком является стоимость такого агрегата из-за дороговизны контроллера.

Рассмотрев все выше сказанное о двух видах машин постоянного тока можно сделать вывод. Одним из главных отличий является наличие коллекторных колец, ламелей и щеток на КЭПТ, которые при взаимодействии между собой изнашиваются, а также возможно появление искр. Это влечет за собой ограниченный спектр применения, меньший срок эксплуатации, и более частое обслуживание. Также нельзя однозначно сказать какой агрегат лучше или мощнее, обе электромашины отлично выполняют функции, на которые они рассчитаны и используются в конкретных условиях с учетом предъявляемых к ним требованиям и особенностям эксплуатации.

Список литературы:

1. Автоматизация электроприводов и оптимизация режимов электропотребления. Сборник докладов науч.- техн. Конференции. Под общ. Ред. Е.А. Антонова и М.Н. Киселева. Красноярск, 2001, 216с
2. Буцев А.А. Электродвигатели приборных устройств: Учеб. пособие / под ред. В.Н. Баранова. – Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 64с.
3. ГОСТ 17494-87 (МЭК 34-5-81) Машины электрические вращающиеся. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин. - 2011
4. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для дипломного проектирования: учеб. пособие/ Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. - 5-е изд., -СПб. : БХВ - Петербург, 2014. - 608 с.
5. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2010. – 464 с.
6. Электрические машины, Машины постоянного тока: Учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов - СПб.: Питер. 2008. - 350 с.

7. Электрические машины: Методические указания / Крицштейн А. М. -2003.- 51с.
8. Электрические машины: учеб. пособие для СПО / В.М. Игнатович, Ш.С. Ройз. -6-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 181с. – Серия: Профессиональное образование
9. Электрические машины: учебное пособие для вузов / В 4 частях. Ч. 4. Коллекторные машины постоянного и переменного тока / Е. И. Забудский. – М.: ООО “Мегаполис”, 2020. – 294 с.

Информация об авторах:

Головко Кирилл Александрович, студент гр. ЭРб-181, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, kiru9962@mail.ru

Скребнева Евгения Владимировна, старший преподаватель, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, skrebnevaev@kuzstu.ru