

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЩЁТОК РЕВЕРСИВНОГО ДПТ ПВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ELCUT.

*С.Н. Кладиев, к.т.н., доц.
Д.И. Ульянов, студент гр. 5АМ16
Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, ул. Усова, 7
Тел. (3822)-563-787
E-mail: diu3@tpu.ru*

Развитие технологий проектирования и производства в машиностроении идёт в ногу вместе с усовершенствованием элементной базы, и является одной из важных научно-технических проблем [3]. Развитие технологий проектирования электродвигателей, в частности, должно обеспечивать как увеличение скорости, так и увеличение точности проектирования.

При проектировании электродвигателя постоянного тока необходимо учитывать множество деталей, которые в совокупности вносят существенный вклад на полученный результат. При расчёте магнитной цепи классическим методом на основе закона полного тока для средней магнитной линии невозможно учесть с достаточной точностью влияние магнитного поля якоря на результирующее магнитное поле машины. Магнитное поле, создаваемое якорем, напрямую зависит от положения щёток, их смещение против вращения вала у двигателей приводит к уменьшению искрения под щётками и уменьшению результирующего магнитного потока под главными полюсами [1]. Поэтому, если говорить о некомпенсированных машинах, то одним из способов улучшения коммутации у них является смещение токораздела с геометрической нейтрали против вращения якоря [2]. Уменьшение потока напрямую повлияет как на номинальную скорость электродвигателя, так и на создаваемый им электромагнитный момент, что может привести к несоответствию электродвигателя требуемым параметрам.

В реверсивных двигателях постоянного тока важно, чтобы результирующий магнитный поток, создаваемый двигателем, был одинаковым при вращении в обе стороны, для этого требуется найти такое положение щёток на коллекторе, которое бы обеспечивало выполнение этого требования. Угол между искомым положением щёток на коллекторе и геометрической нейтралью напрямую зависит от величины и направления магнитного поля якоря, которое, в свою очередь, характеризуется величиной угла между физической и геометрической нейтралью в двигателе. В случаях, когда намагничивающая сила магнитного поля якоря близка или даже превышает намагничивающую силу магнитного поля главных полюсов, угол между геометрической и физической нейтралью настолько увеличивается, что поперечная реакция якоря фактически делает один край полюсного наконечника нерабочим, а другой перенасыщенным. В совокупности эти явления уменьшают результирующий магнитный поток под главными полюсами, и их практически невозможно учесть классическим методом с достаточной точностью. Это значит, что для достижения удовлетворительного результата проектирования электродвигателя потребуются реальные проверки и испытания с обязательными последующими коррективами и доработками конструкции электродвигателя. Всё это образует собой достаточно длительный, трудоёмкий и дорогостоящий процесс, поэтому на одном из этапов проектирования электродвигателя существенную помощь оказывает замена работы реального изделия его компьютерной моделью [3].

Внедрение в инженерную практику различных систем автоматизированного проектирования позволяет как ускорить и удешевить процесс проектирования, так и повысить точность полученных результатов, избегая многих ошибок, в том числе минимизируя человеческий фактор. В настоящее время существует множество программ, позволяющих моделировать магнитную систему всех типов электродвигателей, решая

требуемую задачу методом конечных элементов [3]. В данном исследовании был произведён поиск оптимального положения щёток на коллекторе в реверсивном двухполюсном двигателе постоянного тока последовательного возбуждения с помощью программных средств ELCUT 5.1 Professional. Также был найден угол между геометрической и физической нейтралью.

Так как магнитное поле двигателя постоянного тока не является вращающимся, моделировать его работу можно, решая задачу магнитостатики. На рисунке 1 – А представлено требуемое расположение щёток на коллекторе для нормальной работы реверсивного двигателя. Угол между геометрической нейтралью и положением щёток на коллекторе равен 59° . На рисунке 1 – Б представлено результирующее магнитное поле электродвигателя при оптимальном расположении щёток на коллекторе. Угол между геометрической и физической нейтралью равен 20° .

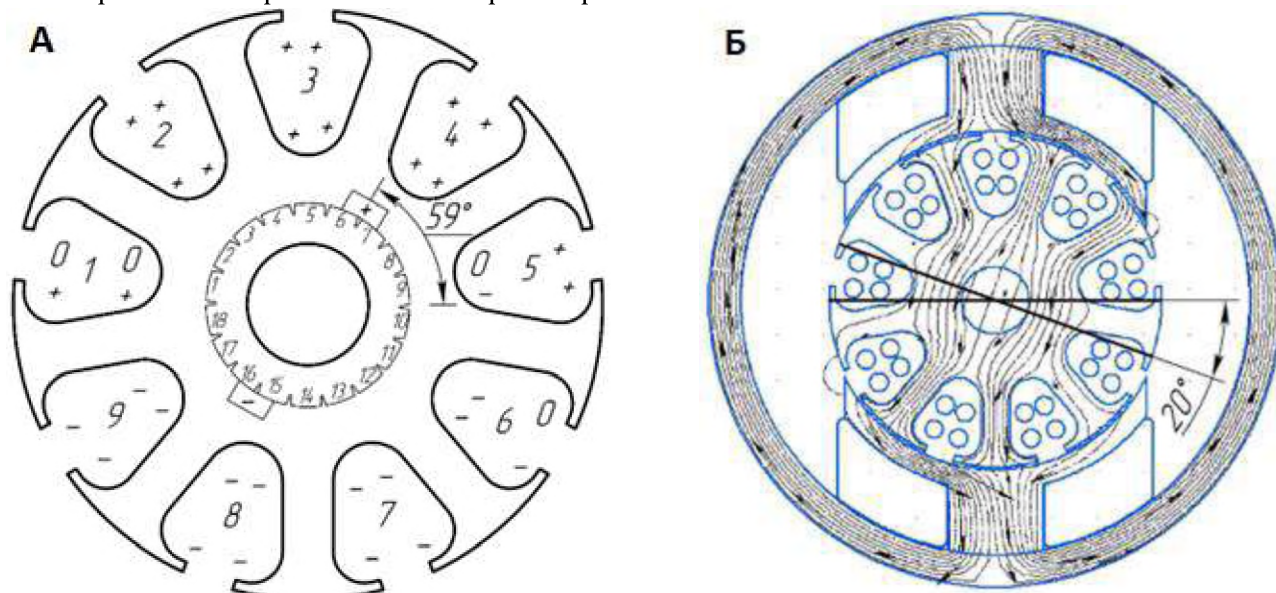


Рисунок 1 – А - угол между геометрической нейтралью и положением щёток на коллекторе; Б – угол между геометрической и физической нейтралью двигателя

На рисунке 1 – А знаками + и – обозначены противоположные направления секций обмотки якоря, поэтому визуально можно заметить линию токораздела. Угол между токоразделом и геометрической нейтралью напрямую зависит от положения щёток на коллекторе, поэтому для оптимальной работы реверсивного электродвигателя необходимо найти положение щёток, при котором угол между токоразделом обмотки якоря и геометрической нейтралью будет минимальным. В данном исследовании такое положение щёток было найдено, при установке щёток на коллекторе под углом 59° к геометрической нейтрали, угол между токоразделом обмотки якоря и геометрической нейтралью составляет 0° , то есть токораздел обмотки якоря лежит на линии геометрической нейтрали электродвигателя.

После нахождения требуемого расположения щёток на коллекторе можно с достаточной точностью моделировать результирующее магнитное поле электродвигателя в любом режиме его работы. Моделирование в ELCUT позволяет оценить оптимальность выбранных при проектировании геометрических размеров магнитной системы, величины источников магнитного поля, а также предусмотреть в конструкции суппорта возможность установки щёток в оптимальное положение.

Литература:

1. М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский Электрические машины Ч.1 – «Машины постоянного тока. Трансформаторы. Учебник для студентов высш. техн. учеб. заведений. Изд. 3-е, перераб. Л., «Энергия», 1972.
2. А. И. Вольдек «Электрические машины». Издательство «Энергия», 1974 г.
3. А.Г. Лютаревич, С.Ю. Долингер, Е.А Вяткина, В.В. Тевс «Моделирование электродвигателя с постоянными магнитами для беспилотного летательного аппарата». Динамика систем, механизмов и машин. 2017. Том 5, № 3.