

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МОМЕНТНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЛЕНТОЧНОЙ НАМОТКОЙ

Зыль К.А.

Научный руководитель: Иванова А.Г., аспирант
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kris-90@yandex.ru

Настоящая работа представляет собой продолжение исследований магнитной цепи моментного двигателя с ленточной намоткой [1,2,3]. Аналитические исследования проводились для магнитной цепи макета двигателя с различными значениями воздушного зазора и длины магнитов.

В процессе проведения исследований задавалась магнитная цепь двигателя, состоящая из внешнего и внутреннего магнитопровода. Геометрия магнитной цепи представлена на рисунке 1. Внешний магнитопровод (поз.1) имеет форму кольца, к которому через 45° монтируются 8 полюсов постоянных магнитов NdFe (неодим-железо-бор). Внутренний магнитопровод (поз.2) представляет собой зубчатую конструкцию. Изменяя размеры длин постоянных магнитов, можно варьировать величину воздушного зазора. Внешний и внутренний магнитопровод, выполнены из конструкционной стали 25ХМ (международный аналог AISI 4130). В зазор между постоянными магнитами и магнитопроводом будет помещена ленточная намотка из алюминиевой фольги [4].

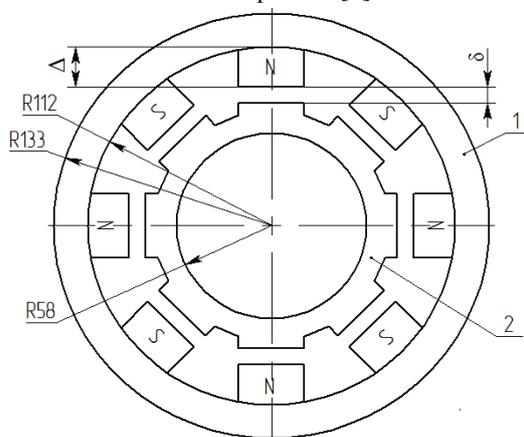


Рис. 1. Размеры магнитной цепи

Численное моделирование магнитной цепи проводилось в новейшем многоплатформенном программном продукте Agros 2D, основанного на библиотеке Hermes для численного моделирования и решения физических задач. Agros 2D был разработан группой исследователей в Западно-Чешском университете в Пльзене [5,6].

Магнитная цепь, представляющая собой распределенную систему сложной геометрической формы, представим в виде совокупности конечных элементов. Конечно-элементная модель представлена на рисунке 2.

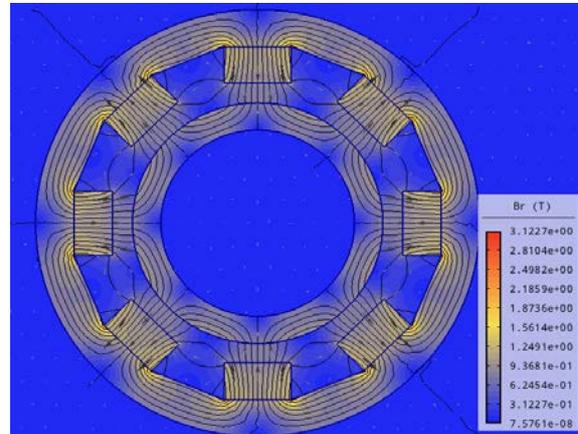


Рис. 2. Конечно-элементная модель магнитной цепи

На рисунке цветом указано распределение магнитной индукции в цепи. Линии показывают векторный потенциал, стрелки показывают направление магнитного потока.

Для определения характера изменения индукции в зазоре, вычисления проводились при длине магнита l от 5 до 25 мм с шагом 5 мм, величина зазора δ менялась от 2 до 25 мм. Индукция при этом оценивалась в центре воздушного зазора.

Для определения численного значения индукции использовалось приложение PythonLab - объектно-ориентированного сценария, в котором открывается скрипт с заранее написанной программой для вычисления магнитной индукции на расстоянии указанного радиуса от центра магнитной цепи [6].

На основании полученных значений индукции построены кривые, описывающие зависимость изменения индукции B от величины воздушного зазора δ (рис. 3).

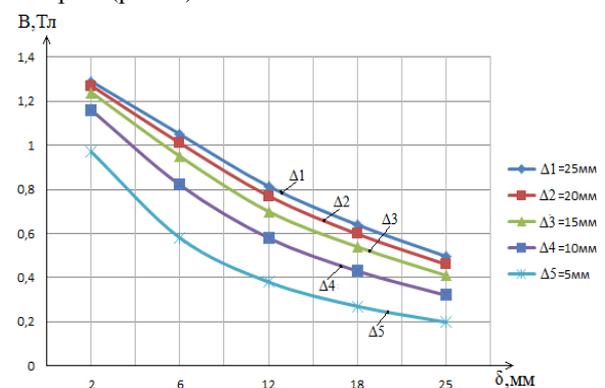


Рис. 3. Характер изменения индукции от величины воздушного зазора

По полученному характеру изменения индукции видно, что при увеличении воздушного зазора, а также при уменьшении длины магнита значение магнитной индукции уменьшается.

Функцию индукции магнитного потока $B(\delta)$ можно аппроксимировать полиномом вида $B(\delta) = a + b \cdot \delta + c \cdot \delta^2$. На рисунке 4 представлена одна из кривых, полученных с использованием аппроксимационного выражения, которая описывает зависимость $B(\delta)$ в пределах рабочего диапазона воздушного зазора; длина магнита при этом 25 мм.

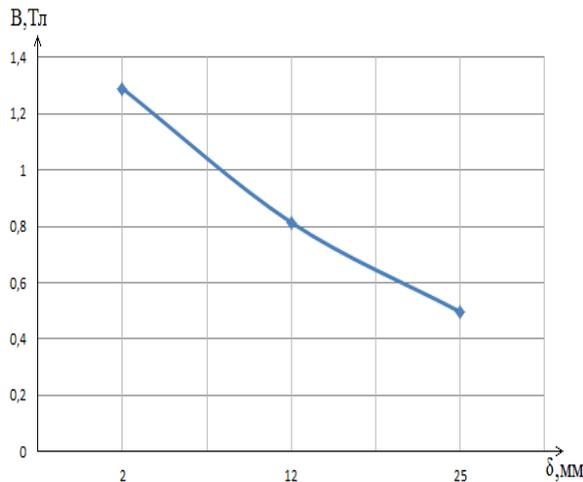


Рис. 4. Характер изменения индукции от длины воздушного зазора

Погрешность аппроксимации в этом случае не превышает долей процента.

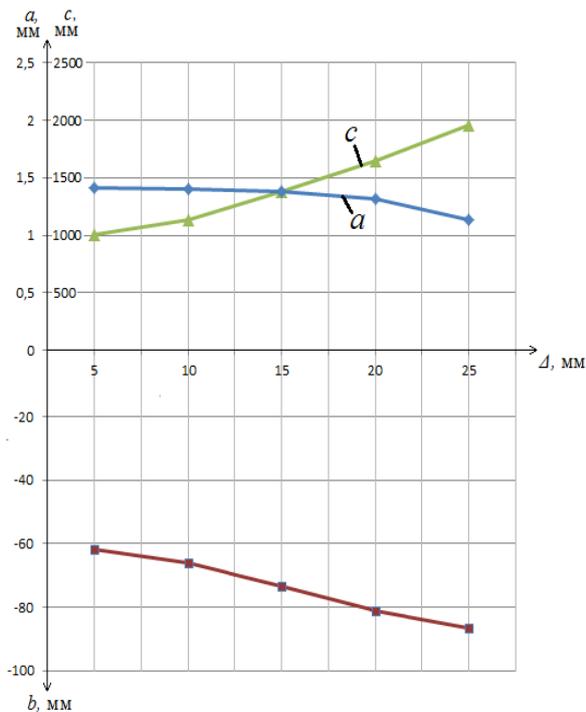


Рис. 5. Зависимость аппроксимационных коэффициентов a , b , c от длины магнита l

При проведении аппроксимации были получены коэффициенты a , b и c . Ниже приведены зависимости, которые показывают изменение аппроксимационных коэффициентов a , b , c , входящих в уравнения, от длины магнита l (рис.5).

Полученные зависимости $a(l)$, $b(l)$ и $c(l)$ позволят при определении параметров магнитной цепи задаться необходимой величиной длины постоянного магнита с целью получения оптимальных характеристик моментного двигателя.

Литература:

1. Пат. 2441310 РФ. МПК H02K/26.00. Моментный двигатель/ В.М. Мартемьянов, А.Г. Иванова. Заявлено 20.08.2010; Опубл. 27.01.2012, Бюл. №3. – 6 с.: ил.
2. Иванова А.Г. Характеристики активного элемента моментного электродвигателям // Современные техника и технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в 3т.- Томск: Изд-во ТПУ, 2012. Т.1. С. 361-362.
3. Кодермятов Р.Э., Самодуров И.Н. Выбор параметров активного элемента моментного двигателя с ленточной обмоткой // Современные техника и технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.- Томск: Изд-во ТПУ, 2013. Т.1. С. 329-330.
4. Мартемьянов В.М., Иванова А.Г. Активный элемент моментного двигателя// Контроль. Диагностика.- 2011.- Специальный выпуск.- С. 109-111.
5. Agros2D [Электронный ресурс]: база данных. - Режим доступа: <http://www.agros2d.ru>
6. Karban P., Mach F., Kus P., Panek D., Dolozel I. Numerical solution of coupled problems using code Agros2D, Computing (2013) 95 (Suppl 1):S381–S408