

УДК 621.313

## ВЫБОР ТИПА ВОЗБУЖДЕНИЯ МОМЕНТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Н.А. Батарин, магистрант гр. 1-ЭТ-14, 1 курс  
Научный руководитель В.Н. Овсянников, к.т.н., доцент  
Самарский государственный технический университет  
Г. Самара

Особенностью современных моментных двигателей (МД) с ограниченным углом поворота ротора является высокое электромагнитное быстродействие, которое обеспечивается беспазовой малоиндуктивной обмоткой кольцевого типа [1]. Применение такой обмотки накладывает определенные требования на систему возбуждения машины. Так как обмоточный слой вынесен в воздушный зазор, то величина немагнитного зазора между статором и ротором значительно возрастет. Это, естественно, требует для обеспечения приемлемого уровня индукции в зазоре мощной системы возбуждения.

Расчеты показывают, что для обеспечения индукции 0.35...0.6 Тл при помощи обмотки возбуждения, ротор с явно выраженными полюсами должен иметь массу в 5...8 раз большую, чем масса статора и в 3...4 раза большую, чем индуктор с постоянным магнитом. Кроме того, к ротору с электромагнитами нужно обеспечить токоподвод, например, гибкими проводниками, что снижает надежность двигателя и отрицательно влияет на его чувствительность.

Таким образом, был сделан выбор системы возбуждения от постоянных магнитов. При выборе материала постоянных магнитов автор исходил из следующих соображений:

Для обеспечения требуемого значения индукции в машине с зазором в несколько миллиметров нужен магнит с коэрцитивной силой не менее  $H_{cb} \geq 400$  кА/м и остаточной индукцией не менее  $B_r \geq 0.7$  Тл;

Материал должен иметь стабильные магнитные характеристики в достаточно широком диапазоне рабочих температур (- 50°C ... + 140°C);

Постоянные магниты должны иметь минимальный разброс параметров.

Из современных общедоступных материалов таким требованиям отвечают магниты на основе самарий – кобальтовых сплавов и магниты неодим – железо – бор. Последние имеют очень высокие энергетические показатели  $H_{cb} = 950 \dots 1100$  кА/м и  $B_r = 0.9 \dots 1.2$  Тл. Высококоэрцитивные редкоземельные магниты на основе Sm – Co отвечают всем требованиям к материалам для индуктора МД. Основным недостатком магнитов на основе Sm – Co – их высокая стоимость. Поэтому при выборе конструкции индуктора необходимо исходить из соображений использования минимального по массе количества магнитов. Естественно, что после выбора типа конструкции ротора, необходимо провести оптимизационный расчет.

Существует несколько основных конструктивных схем ротора с постоянными магнитами [2]: литые роторы типа “звездочка” и с неявновыраженными полюсами, когтеобразный ротор, ротор с тангенциальным намагничиванием постоянных магнитов (коллекторного типа) и др.

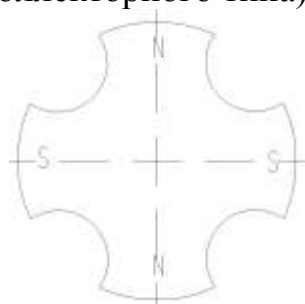


Рис. 1. Ротор типа «звездочка»

Индукторы типа “звездочка” (рис 1.) и с неявновыраженными полюсами не могут быть рекомендованы для изготовления из  $S_m - C_o$  магнитов по причине трудности намагничивания и из-за большого объема магнитов. В системах с полюсами наконечниками, (рис.2) есть существенные недостатки:

В полюсных наконечниках из магнитомягкой стали шунтируется значительная часть потока постоянных магнитов (по данным [3] до 10...15%, а при неправильном выборе размеров и до 50%);

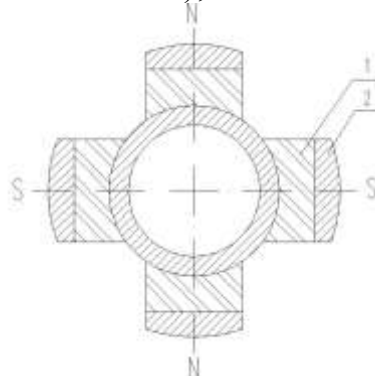


Рис. 2. Ротор с полюсными наконечниками

Полюсный наконечник оказывает демпфирующее действие в переходных процессах, замыкая поперечную реакцию якоря, что приводит к снижению электромагнитного быстродействия двигателя.

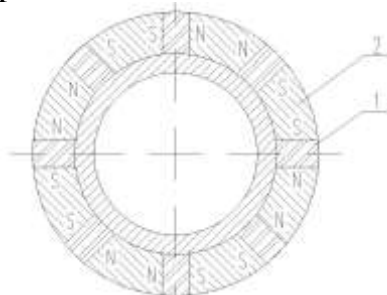


Рис. 3. Индуктор «коллекторного» типа

Магнитная система «коллекторного» типа с тангенциальным намагничиванием постоянных магнитов (рис. 3) позволяет в зоне мягких вставок 2 достигать больших значений индукции за счет концентрации магнитного по-

тока. Индукция в зазоре при этом может в 1.5...2 раза превышать остаточную индукцию магнита.

Такая система рациональна для использования зубчатых машинах с малыми зазорами. Но при использовании ее в МД с гладким якорем требуется большая высота магнитов и их объем необоснованно возрастает. Для использования в МД с кольцевой распределенной беспазовой обмоткой автором была выбрана система возбуждения с постоянными высококоэрцитивными магнитами, наклеенными на стальной магнитопровод ротора в виде полого цилиндра (рис. 4).

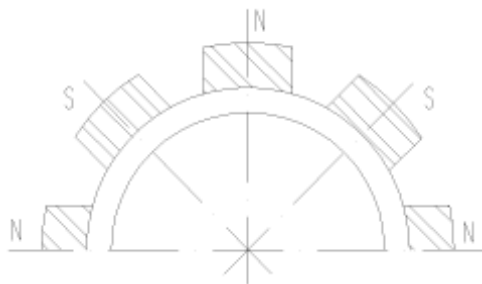


Рис. 4. Ротор без полюсных наконечников

Магниты прямоугольного сечения дугообразной формы намагничены в радиальном направлении. Такая система дает возможность рационально использовать магниты в рабочей точке, близкой к максимуму магнитной энергии. Поток рассеяния на три четверти замыкается по воздуху и сведен к минимуму. Расчет полей рассеяния моментных двигателей с ограниченным углом поворота ротора данной конструкции проводится в [3].

Поток реакции якоря замыкается через постоянный магнит с малой магнитной проницаемостью и поэтому не оказывает влияние на основной магнитный поток и характеристики МД. Электрическая проводимость  $S_m$  – Со магнитов так же мала; следовательно, мало и демпфирующее действие вихревых токов в переходных процессах

Анализ известных сведений об особенностях работы МД и направлениях совершенствования его технико-экономических характеристик показал целесообразность исполнения двигателя с возбуждением от высококоэрцитивных постоянных магнитов, расположенных на роторе и намагниченных радиально.

#### Список литературы.

1. Овсянников В.Н. Обоснование выбора типа обмотки моментного двигателя с ограниченным углом поворота ротора. "Проблемы электротехники, электроэнергетики и электротехнологии". IV Международная научно-техническая конференция. Сб. трудов в 2 частях: Тольятти. ТГУ - 2012. Часть 1. с. 103-107.
2. Столов Л.И., Афанасьев А.Ю. Моментные двигатели постоянного тока. - М.: Энергоатомиздат, 1989, 224 с.
3. Овсянников В.Н., Макаричев Ю.А. Метод расчета коэффициента рассеяния беспазового моментного двигателя с постоянными магнитами. Изв. вузов. Электромеханика. №6, 2007 с. 38-40.