

В.В. НАНИЙ, канд. техн. наук, доцент, НТУ "ХПИ", Харьков
А.А. ДУНЕВ, аспирант, НТУ "ХПИ", Харьков
В.Д. ЮХИМЧУК, канд. техн. наук, проф., НТУ "ХПИ", Харьков

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ С КАТЯЩИМСЯ РОТОРОМ

Рассмотрены исследования динамических характеристик двигателя с катящимся ротором (ДКР) на базе шести полюсной конструкции машины. Проведен расчет индуктивностей восьми полюсного ДКР с учетом неравномерности его воздушного зазора, а так же определены постоянные времени.

Розглянуті питання динамічних характеристик двигуна з ротором, що котиться (ДКР), на базі шести полюсної конструкції машини. Проведено розрахунок індуктивностей восьми полюсного ДКР з урахуванням нерівномірності його повітряного проміжку, а також визначені постійні часу.

Введение. Двигатели с катящимся ротором – это тихоходные высокомоментные двигатели, принцип действия которых основан на обкатывании ротора по статору под действием силы одностороннего магнитного притяжения, созданного обмоткой статора. Ротор обкатывается по расточке статора эксцентрично его оси, синхронно с силой одностороннего магнитного притяжения. Благодаря низкой частоте вращения и высокому значению выходного момента ДКР могут успешно использоваться в качестве безредукторных электроприводов в разных отраслях промышленности.

Цель работы – экспериментальные исследования двигателя с катящимся ротором.

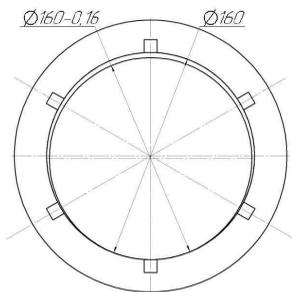


Рис. 1.

Конструкция двигателя. В ходе работы и был исследован такой шестиполюсный двигатель со следующими параметрами. Внутренний диаметр сердечника статора составил 160 мм, внешний диаметр сердечника ротора – 159,84 мм, воздушный зазор между статором и ротором равняется 0,16 мм (рис. 1). Обмотка шести полюсного ДКР питалась от частотного преобразователя, что позволило нам регулировать частоту питающей сети от 3 Гц до 18 Гц и питающее напряжение от 0 до 72 В.

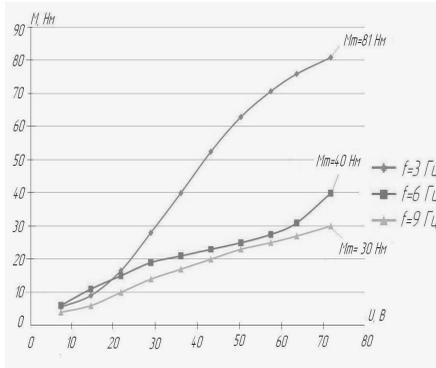


Рис. 2.

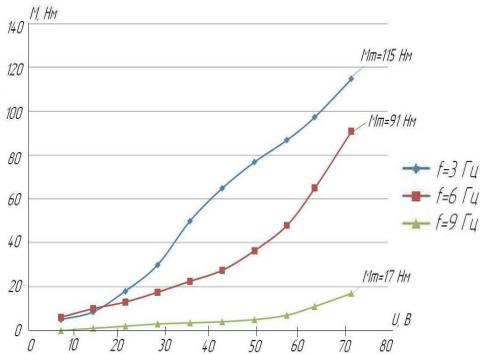


Рис. 3.

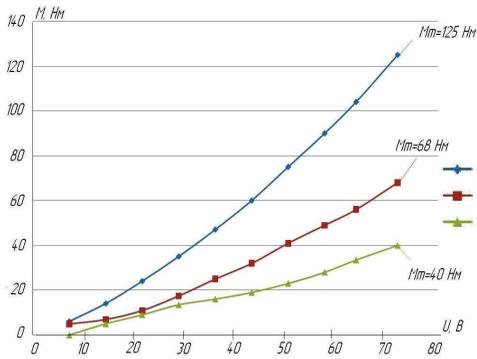


Рис. 3.

Были проведены опыты с обмотками, имеющими 100, 270 и 300 витков. При этом измерялся момент двигателя на разных частотах и при разном значении напряжения питания двигателя.

Результаты проведенных экспериментов показаны на графиках $M=f(U)$ для 100 витков (рис. 2), 270 витков (рис. 3) и 300 витков (рис. 4).

По полученным результатам мы можем сделать вывод, что наибольшие значения полученного момента на валу двигателя достигались при малых частотах питающей сети, но при максимальном подводимом напряжении (в пределах допустимого нагрева обмотки).

Наибольшее значение момента на валу двигателя было получено при 300 витках и 3 Гц. Это связано с тем, что чем ниже частота питания, тем меньше степень вибрации, что обеспечивает более лучшее сцепление трущихся поверхностей.

Были проведены эксперименты по определению времени полного оборота вала на 3 и 6 Гц.

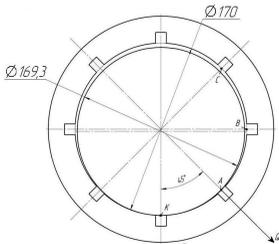


Рис. 6.

Проведен расчет индуктивности для восьми пазового ДКР со следующими параметрами. Диаметр статора 170 мм, ротора – 169,3 мм, воздушный зазор – 0,7 мм (рис. 6).

Индуктивность определяли по известной формуле [1]:

$$L = \frac{w^2 \cdot \mu_0 \cdot S_{\delta}}{\delta} \quad (1)$$

Для определения индуктивности под заданными полюсами в точках A, B, C и, в точке касания, K , необходимо было учитывать неравномерность воздушного зазора в этих точках. Что и было сделано по формуле (2):

$$\delta = \delta_0 \cdot (1 - \varepsilon \cos \alpha), \quad (2)$$

где $\delta_0 = 0,35$ мм – средний воздушный зазор машины; α – угол между t, K и точкой, в которой определяется величина воздушного зазора.

Было получено: $\delta_A = 0,263$ мм ; $\delta_B = 0,35$ мм ; $\delta_C = 0,43$ мм ; $\delta_K = 0$ мм ; $\omega = 250$ – количество витков;

$$S_{\delta} = K_z \cdot \frac{\pi \cdot D}{8} \cdot 80 \cdot 10^{-6}, \text{ м}^2, \quad (3)$$

где S_{δ} – активная поверхность; $K_z = 0,85$.

После подстановки получили:

$$L_K = 1,56 \text{ Гн} ; L_A = 1,35 \text{ Гн} ; L_B = 1,01 \text{ Гн} ; L_C = 0,85 \text{ Гн} .$$

Проведен расчет электромагнитной и механической постоянных времени для восьми пазового ДКР по известным формулам [2]:

$$T_m = \frac{J \cdot \omega_r}{M_N}; \quad T_3 = \frac{L}{R} \quad (4)$$

После подстановки получили:

$$T_m = 1,194 \cdot 10^{-4}, \text{ с}; \quad T_3 = 1,5 \cdot 10^{-2}, \text{ с}.$$

Выводы. Из полученных данных следует, что при расчете быстроедействия ДКР необходимо учитывать электромагнитную постоянную времени, которая для приведенного типа двигателя значительно меньше, чем механическая постоянная времени. Этот факт является одной из важных отличительных черт двигателя с катящимся ротором.

Список литературы: 1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник. – М.: Гардарики, 2002. 2. Бертинов А.И., Варлей В.В. Электрические двигатели с катящимся ротором. – М.: Энергия, 1969. – 200 с. 3. Наний В.В., Мирошниченко А.Г., Юхимчук В.Д. Дунев А.А. Влияние конструкции вентильного ДКР на параметры его магнитного поля. Вестник НТУ "ХПИ", Тематический выпуск "Проблемы совершенствования электрических машин и аппаратов". – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2007. – № 25. – С. 62-65.



Наний Виталий Викторович, доцент, кандидат технических наук.

Закончил в 1980 г. Харьковский политехнический институт по специальности "Электрические машины". В 1987 г. защитил диссертацию в Харьковском политехническом. На данный момент работает в НТУ "ХПИ" на должности доцента кафедры электрических машин. Научные интересы связаны с исследованием двигателей с катящимся ротором и совершенствованием их параметров.



Юхимчук Владимир Данилович, профессор, кандидат технических наук. Закончил в 1968 г. Харьковский политехнический институт по специальности "Электрические машины и аппараты".

В 1980 г. защитил диссертацию в Харьковском политехническом институте. Работает в НТУ "ХПИ" на должности профессора кафедры электрических машин.

Научные интересы связаны с исследованием двигателей постоянного тока и их коммутации.



Дунев Алексей Александрович, аспирант кафедры электрических машин. В 2009 г. защитил диплом магистра в Харьковском политехническом институте по специальности "Электрические машины и аппараты". Ассистент кафедры электрических машин с 2009 г.

Научные интересы связаны с исследованием двигателей с катящимся ротором.

Надійшла до редколегії 17.11.2009