

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛА НАГРУЗКИ В ДВИГАТЕЛЯХ С КАТЯЩИМСЯ РОТОРОМ

RESEARCH OF THE LOAD ANGLE IN THE MOTOR WITH A ROLLING ROTOR

Наний В. В., канд. техн. наук, доцент,
НТУ „ХПИ”, г. Харьков, Украина

Дунев А. А., аспирант,
НТУ „ХПИ”, г. Харьков, Украина

Abstract

В статье приводятся методики определения зависимости угла нагрузки для двигателя с катящимся ротором от величины эксцентриситета. Исследования проведены на базе сравнения конструкций 8- и 6-пазового двигателей и анализируется влияние его эксцентриситета на реальный угол нагрузки машины. Приводятся результаты полученных исследований в графическом виде и сравниваются максимальные значения полученных углов для 6- и 8-пазовой модели двигателя.

The article presents the methodology for determining the dependence of the load angle for motor with a rolling rotor from eccentricity value. Researches are carried out on the basis of comparison of 8-and 6-slots constructions and influence of its eccentricity on the real load angle is analysed. The results of these researches are graphically presented and maximum values of load angles for 6 - and 8-slot motor models are compared.

Keywords: the load angle, motor with a rolling rotor, eccentricity.

ВВЕДЕНИЕ

Двигатели с катящимся ротором (ДКР), как известно, это машины синхронно-реактивного типа с ротором, в нашем случае, в виде ферромагнитного сердечника. Роль вращающейся части в ДКР выполняет полый цилиндрический сердечник ротора, который, обкатывается по внутренней либо внешней поверхности статора. Данная работа является продолжением исследований угла нагрузки в двигателях этого типа [1].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Классические синхронно-реактивные двигатели, как известно, в идеальном случае имеют максимальный угол нагрузки 45° , а в реальности он составляет 25° - 30° . В ДКР этот угол составляет 90° и 50° - 80° соответственно.

В предыдущих работах была дана методика определения угла нагрузки для конкретных образцов ДКР.

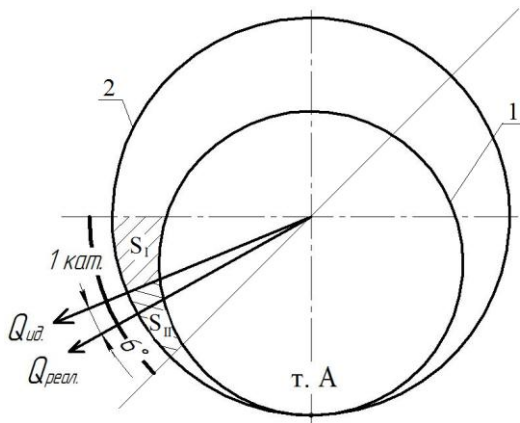
Практика инженерного проектирования требует иметь универсальные зависимости для определения параметров разрабатываемых машин.

В предыдущем исследовании рассматривались конструкции ДКР с 6-ти и 8-ми катушечными обмотками статора и различными эксцентриситетами.

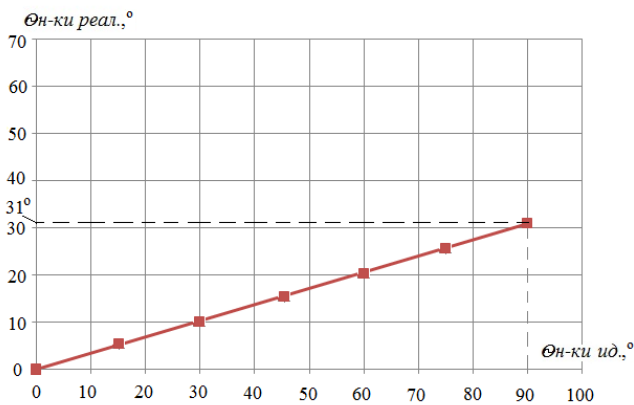
В данной работе был произведен расчет угла нагрузки по методике равных площадей (объемов) воздушного зазора для этих же машин, но с одинаковыми эксцентриситетами равными 0,5 мм (Фиг.1).

При составлении компьютерных моделей принималось, что магнитная индукция зубцов статора ограничена насыщением материала магнитной системы.

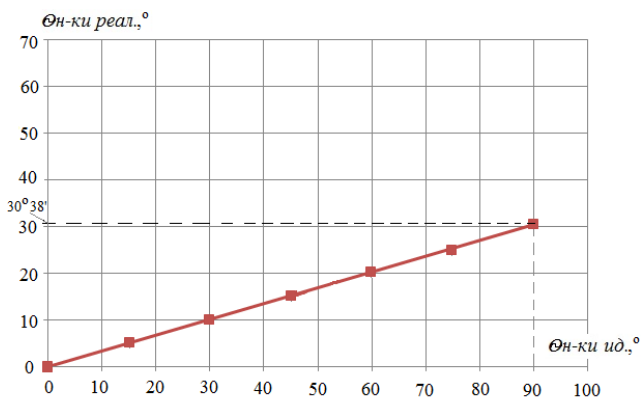
В результате были получены зависимости реальных углов нагрузки от их идеализированных значений, которые представлены на Фиг.2 и Фиг.3



Фиг. 1 – Определение реального направление вектора силы притяжения катушки статора по методу равных площадей (1-ротор, 2- статор)



Фиг. 2 – Зависимость $\theta_{реал.} = f(\theta_{ид.})$, для 8-пазовой конструкции ДКР при $e=0,5$ мм



Фиг. 3 – Зависимость $\theta_{реал.} = f(\theta_{ид.})$, для 6-пазовой конструкции ДКР при $e=0,5$ мм

Как видно из полученных зависимостей (Фиг.2, Фиг 3), они линейны и практически одинаковы по значениям. Максимальный реальный угол нагрузки для 6-пазового ДКР составил – $30^{\circ}38'$, для 8-пазового – 31° .

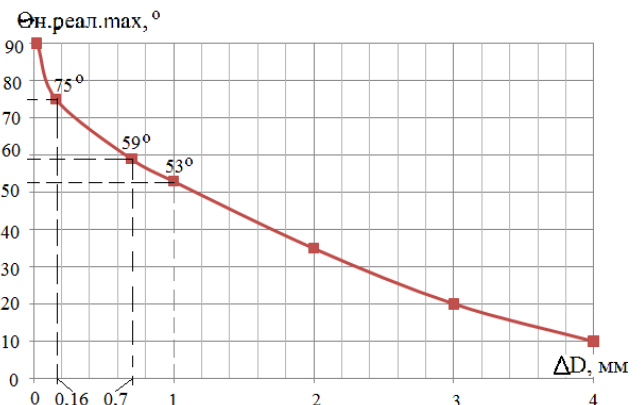
Расхождение в $20'$ угловых минут можно объяснить сложностью расчета 3D модели в среде Maxwell 3D.

Следовательно, можно сделать вывод, что величина угла нагрузки ДКР не зависит от числа катушек обмотки статора, создающей магнитное поле машины, при одинаковых насыщениях магнитопровода и эксцентриситетах.

Преимуществом 8-пазовой модели над 6-пазовой является плавность хода ротора, из-за большего числа катушек, создающих магнитное поле машины [2].

Так же, надо отметить и тот факт, что реальное направление действия результирующей силы одностороннего магнитного притяжения (СОМП), с изменением внутреннего диаметра статора, не меняется, так как вместе с изменением внутреннего диаметра машины, величина его эксцентриситета сохраняется, а пространство между ротором и статором, в области действия одной определенной катушки, изменяется пропорционально вместе с общими габаритам машины.

Так как 6- и 8-пазовая машины по своим свойствам подобны, то результаты расчетов их максимального угла нагрузки можно обобщить и получить зависимость реального максимального угла нагрузки от разности диаметров статора и ротора $\theta_{реал.макс} = f(\Delta D)$ ($\Delta D=2e$) (Фиг.4).



Фиг. 4 – Зависимость $\theta_{реал.макс} = f(\Delta D)$, для 8,6-пазовой конструкций ДКР

Как видно из фиг.4, график зависимости в своей основе линейен, поэтому можно предположить, что дальнейшее его спадание будет иметь так же линейный

характер, но с бесконечным приближением краев графика к оси абсцисс и ординат.

При достаточно малой величине эксцентриситета e , реальный угол нагрузки будет стремиться к идеализированному, т.е. к оси ординат, а при достаточно больших его значениях – всегда к оси абсцисс, т.е. к 0, но никогда его не достигнет. Объяснение этому заключено в принципе действия ДКР – невозможности его работы без зазора и какого-либо угла нагрузки [3].

Данные исследования справедливы для двигателей вертикального исполнения, в которых на формирование силы одностороннего магнитного притяжения не оказывает влияние масса ротора. Данный аспект будет учтен в последующей работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют осуществлять выбор угла нагрузки ДКР для номинального и режима короткого замыкания, определять перегрузочную способность машины и оперировать конструктивными параметрами машины для получения заданных вращающих моментов и улучшения массогабаритных показателей машины.

Для окончательного уточнения значения максимального угла нагрузки необходимо совместить данные результаты с исследованиями по влиянию коэффициента трения ротора о статор на угол нагрузки [1].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Наний В.В., Мирошниченко А.Г., Юхимчук В.Д., Дунев А.А. Угол нагрузки двигателя с катящимся ротором вертикального исполнения. – Вестник НТУ «ХПИ» Тематический выпуск «Проблемы совершенствования электрических машин и аппаратов» – 2008. – №25. – С. 97–99.
- [2] Наний В.В., Масленников А.М. Зависимость максимального вращающего момента ДКР от количества статорных катушек при дискретном импульсном питании // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Харків: НТУ «ХПИ». 2012. – № 28. – 167с. – с.74-78.
- [3] Бертинов А.И., Варлей В.В. Электрические двигатели с катящимся ротором. – М.: Энергия, 1969.–200 с.