

УДК 629.423: 62-83

ИССЛЕДОВАНИЕ АСИММЕТРИЧНЫХ СПОСОБОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

А. Д. Петрушин, Е. Е. Илясова, М. В. Чавычалов

Ростовский государственный университет путей сообщения

пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2, г. Ростов-на-Дону, 344038, Россия.

E-mail: alex331685@yandex.ru

Приведены результаты исследований сил одностороннего притяжения ротора к статору вентильно-индукторных электрических машин с учетом неравномерности воздушного зазора. Предложено для конфигураций магнитных систем со слабой магнитной связью между катушками, составляющими фазу, осуществлять питание катушек параллельно либо независимо друг от друга для уменьшения нескомпенсированных сил одностороннего притяжения ротора к статору.

Ключевые слова: вентильно-индукторная машина, шум, вибрация, силы одностороннего притяжения.

ДОСЛІДЖЕННЯ АСИМЕТРИЧНИХ СПОСОБІВ ЗБУДЖЕННЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

А. Д. Петрушин, Е. Е. Илясова, М. В. Чавичалов

Ростовський державний університет шляхів сполучення

пл. Ростовського Стрілецького Полку Народного Ополчення, 2, м. Ростов-на-Дону, 344038, Росія.

E-mail: alex331685@yandex.ru

Наведено результати досліджень сил одностороннього тяжіння ротора до статора вентильно-індукторних електричних машин з урахуванням нерівномірності повітряного зазору. Запропоновано для конфігурацій магнітних систем із слабким магнітним зв'язком між котушками, які складають фазу, здійснювати живлення котушок паралельно або незалежно один від одного для зменшення нескомпенсованих сил одностороннього тяжіння ротора до статора.

Ключові слова: вентильно-індукторна машина, шум, вібрація, сили одностороннього тяжіння.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Развитие теории вентильно-индукторных электрических машин (ВИМ) привело к тому, что в настоящее время они составляют значительную конкуренцию асинхронным электрическим машинам (АМ) с частотным управлением. По большинству параметров: КПД, надежности, технологичности изготовления и др. – ВИМ превосходят АМ. Однако есть существенные недостатки, сдерживающие их широкое применение: неравномерность вращающего момента, значительные вибрации и шум в частотном диапазоне наибольшей чувствительности человеческого уха.

Учитывая благоприятные тенденции роста качества и снижения цены силовой электроники и микропроцессорной техники, стало возможным ставить и решать новые задачи по улучшению электро механических характеристик ВИМ, в том числе и виброакустических.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Основная функция ВИМ – преобразование электрической энергии в механическую и наоборот, в зависимости от назначения этой электрической машины. Однако конструктивные особенности новых магнитных систем ВИМ [1] и некоторых ранее известных, с так называемым «коротким полем», позволяют совмещение основной функции ВИМ и функции активного магнитного подвеса ротора. Это позволит разгрузить подшипники и значительно увеличить надежность подшипникового узла ВИМ.

Рассмотрим магнитную систему на рис. 1 [1].

Катушки одной фазы, расположенные под углом 120 градусов, создают встречные друг другу магнитные потоки. Каждая из катушек получает питание от отдельного полупроводникового ключа, что

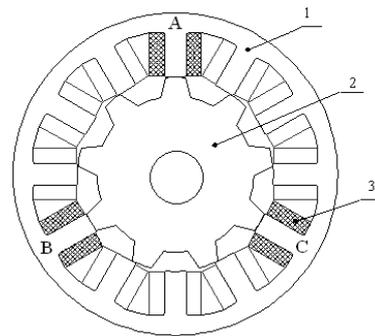


Рисунок 1 – Поперечное сечение активной части ВИМ: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – обмотка

позволяет одновременно управлять вращающим моментом и силой одностороннего притяжения ротора к статору. Это справедливо для магнитных систем, в которых катушки одной фазы мало зависимы друг от друга в магнитном отношении. Снизить влияния неуравновешенных сил в такой магнитной системе ВИМ возможно за счет компенсации конструктивной асимметрии искусственно вводимой асимметрией намагничивающих сил. Если увеличить ток в катушке, где между ротором и статором зазор меньше, это приведет к магнитной несимметрии, которая полностью или частично скомпенсирует конструктивную несимметрию и уменьшит одностороннюю силу притяжения статора к ротору.

Управляя относительной разностью токов в катушках по сигналам датчиков перемещения, можно осуществить активный магнитный подвес вращающегося ротора и разгрузить подшипники, оставив

им только страховочные функции. Это позволит снизить вибрацию и, следовательно, шум.

Без использования магнитного подвеса ротора катушки в таких магнитных системах следует соединить параллельно друг другу. Тогда будет работать отрицательная обратная связь между величиной воздушного зазора и неуравновешенной силой одностороннего притяжения.

Были проведены расчеты в программе MATLAB для конфигурации магнитной системы (рис. 1) при сдвиге ротора вертикально вверх (в сторону катушки А) на 0,05 мм, что составляет 25 % от расчетной величины воздушного зазора 0,2 мм. Тогда, при совпадении зубцов, индуктивность катушки $A=2,332$ мГн, катушки В и С $=1,921$ мГн, т.е. разность индуктивностей, составила примерно 17 %. Токи при параллельном соединении катушек представлены на рис. 2.

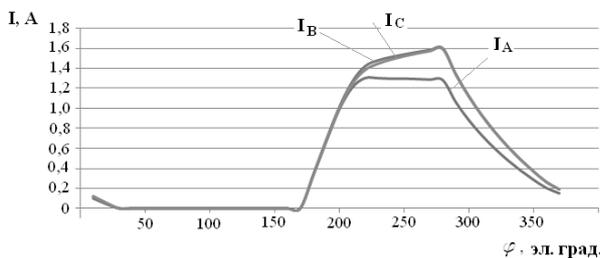


Рисунок 2 – Токи в катушках А, В и С

На рис. 3 представлены силы притяжения ротора к статору при последовательном и параллельном соединении катушек А, В и С. При последовательном соединении катушек, когда ток одинаков во всех катушках, сила одностороннего притяжения ротора к статору значительно больше, чем при параллельном, когда ток в катушках зависит от индуктивности, а индуктивность, в свою очередь, от величины воздушного зазора, сила одностороннего при-

тяжения ротора к статору меньше примерно в три раза.

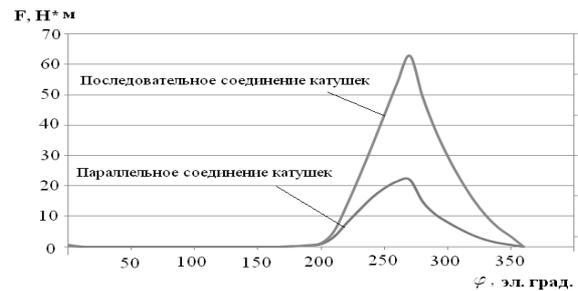


Рисунок 3 – Сила одностороннего притяжения ротора к статору

ВЫВОДЫ. Особенности конфигурации магнитных систем ВИМ, в которых катушки в пределах одной фазы мало зависят друг от друга в магнитном отношении, позволяют при параллельном соединении частично компенсировать силы одностороннего притяжения, возникающие при несимметричном воздушном зазоре.

В случае питания катушек одной фазы от отдельных полупроводниковых ключей можно компенсировать силы одностороннего притяжения практически полностью подобно тому, как это делается в магнитных подшипниках с активным магнитным подвесом.

Создание условий для разгрузки подшипников от неуравновешенных сил актуально для крупных электрических машин, работающих в тяжелых условиях эксплуатации, таких, как тяговые электрические машины железнодорожного транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на изобретение РФ №2450410. Реактивная коммутируемая электрическая машина с симметрией / Петрушин А.Д., Гребенников Н.В.; зарегистрирован 10.05.12.

OF ASYMMETRIC WAYS OF EXCITEMENT SWITCHED RELUCTANCE MACHINES

A. Petrushin, E. Iljasova, M. Chavychalov

Rostov State Transport University

pl. Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya, 2, Rostov-on-Don, 344038, Russia.

E-mail: alex331685@yandex.ru

Results of researches of forces of a unilateral attraction of a rotor to a stator of switched reluctance machines taking into account unevenness of an air gap are given. It is offered for configurations of magnetic systems with weak magnetic communication between the coils making a phase, to carry out a supply of coils in parallel, or independently from each other for reduction of not compensated forces of a unilateral attraction of a rotor to a stator.

Key words: switched reluctance machine, noise, vibrations, forces of a unilateral attraction.

REFERENCES

1. Patent of Russian Federation. № 2450410. *The reluctance switched electric machine with rotary symmetry* / Petrushin A.D., Grebennikov N.V.; registered 10.05.12. [in Russian]

Стаття надійшла 13.07.2012.

Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Клепиковим В.Б.