

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Ахметов Б.С., Харитонов П.Т.

Научно-исследовательский инжиниринговый консорциум энергосберегающих и ноосферных технологий (НИИКЭНТ) г. Пенза – г. Уральск

METHODS FOR IMPROVING ENERGY EFFICIENCY AND RELIABILITY OF ELECTRIC MACHINES WITH PERMANENT MAGNETS

Discuss methods to minimize the adverse effects of specific properties nizkooborotnyh electric machines with permanent magnets:

effect of power retention rotor magnetic resistance minimum in a magnetic circuit (stepper effect);

-decrease time residual magnetization of permanent magnets and power characteristics.

-mechanical deformation resulting from exposure to a large concentration of mutual attraction/repulsion parts of electrical machines with permanent magnets;

-technological difficulties assembling electric machines because of the substantial force of attraction/repulsion parts with permanent magnets.

Сфера и масштабы применения низкооборотных электрических машин постоянно расширяются, как следствие возрастает актуальность повышения их надежности и энергоэффективности. Электроприводные транспортные средства [1], малые ветро и гидроэнергетические установки [2], низкооборотные электрические генераторы [3] используют бесконтактные электрические машины с высококоэрцитивными постоянными магнитами, которым свойственны следующие, зачастую нежелательные свойства:

- эффект силового удержания ротора в состоянии минимального магнитного сопротивления магнитной цепи (шаговый эффект);

- снижение во времени остаточной намагниченности постоянных магнитов и связанных с этим силовых характеристик;

- механические деформации в результате воздействия значительных сил взаимного притяжения/отталкивания частей электрической машины с постоянными магнитами;

- технологические трудности сборки электрических машин из-за наличия значительных сил притяжения/отталкивания деталей с постоянными магнитами.

Обеспечить высокую энергоотдачу электрических машин возможно снижением

воздушных зазоров между взаимодействующими друг с другом магнитными полюсами, но при этом имеет место рост сил взаимного притяжения/отталкивания между полюсами до значений (1...10)кН.

Минимизация неблагоприятного воздействия шагового эффекта необходима в низкооборотных электрических генераторах для ветроэнергетических установок. Дело в том, что при малых скоростях энергия ветра незначительна и недостаточна для преодоления сил удержания ротора электрической машины в состоянии минимального магнитного сопротивления магнитной цепи. Этот недостаток присутствует, например в первоначальном варианте низкооборотной электрической машины с дисковым ротором [3]. Эффективный вариант компенсации влияния «шагового эффекта» предложен в описании способа взаимной компенсации тормозящих сил в электрическом генераторе с постоянными магнитами [4]. По этому способу в электрической машине используется четное число пар статорных электромагнитных систем (СЭМС), а расположение полюсов постоянных магнитов выбрано таким образом, что при втягивании ротора в одну/одни пары СЭМС обеспечено выталкивание ротора из другой/других пар СЭМС. При одинаковых параметрах СЭМС и постоянных магнитов ротора обеспечивается вза-

имная компенсация сил взаимодействия полюсов СЭМС с магнитными полюсами ротора. При ненулевой результирующей силе воздействия на ротор возможна полная компенсация результирующей силы подачей тока в соответствующую обмотку той или иной СЭМС. Качественно новым результатом этого варианта реализации электрической машины с постоянными магнитами является сохранение малого значения результирующей силы в процессе вращения ротора при одинаковой нагрузке выходных обмоток СЭМС.

Снижение во времени остаточной намагниченности постоянных магнитов у современных постоянных магнитов из сплава «неодим-феррум-бор» на значительную величину наблюдается за время, превышающее 10 000 часов работы под нагрузкой и может быть скомпенсировано применением блоков импульсного намагничивания (БИН) без демонтажа постоянных магнитов из электрических машин. Принципиальная возможность реализации этого процесса существует, необходимо выполнить разработку и изготовление БИН для каждого конкретного варианта электрической машины.

Механические деформации в результате воздействия значительных сил взаимного притяжения/отталкивания частей электрической машины без применения методов их минимизации могут привести к разрушению конструкции. Особое внимание следует уделить выбору материалов и конструкции взаимодействующих частей электрической машины для обеспечения соответствующей жесткости и сохранности геометрических параметров деталей машины при длительном воздействии мощных переменных силовых нагрузок.

Технологические особенности сборки электрических машин являются неизбежным следствием постоянного воздействия значительных сил при сближении деталей с постоянными магнитами, приводящие к противодействию установке того или иного узла на место. Возможным методом кратковременного снижения сил взаимодействия узлов с постоянными магнитами является подача токов в обмотки электрической машины, снижающих магнитный поток

СЭМС. Кроме того, возможно использование технологических приспособлений, ограничивающих нежелательные смещения присоединяемого узла от силового взаимодействия сближаемых полюсов постоянных магнитов— немагнитные прокладки, направляющие втулки и т.д.

Дополнительным обязательным условием обеспечения надежной работы электрической машины с высококоэрцитивными постоянными магнитами является пылебрызгозащищенная конструкция защитного кожуха, Выполнение этого условия предохранит полюса постоянных магнитов от налипания пыли и магнитных частиц с неизбежным изменением характеристик СЭМС и электрической машины.

Комплексное использование предложенных методов позволяет существенно повысить надежность, технологичность сборки и энергоэффективность низкооборотных бесконтактных электрических машин с постоянными магнитами. Один из вариантов электрической машина, в котором комплексно использованы рассмотренные методы, предложен в заявке №2011103511 от 01.02.2011 г. на патент России[5].

Библиографический список

1. Харитонов П.Т. Электрический привод для транспортного средства. Патент RU №2374090 от 27.11.2009 г.
2. Харитонов П.Т., Бочкарева Ю.Г., Вишневецкий С.А., Чеботарь А.Е. Система бесперебойного электропитания потребителей от ветроагрегатов. Патент RU на ПМ №104253 от 10.04.2011 г.
3. Харитонов П.Т., Слесарев Ю.Н. Электрическая машина с дисковым ротором. Патент RU №2340068 от 27.11.2007 г.
4. Харитонов П.Т. Способ взаимной компенсации тормозящих сил в электрическом генераторе с постоянными магнитами. Патент RU №2394336 от 10.07.2010 г.
5. Ахметов Б.С., Харитонов П.Т. Электрическая машина с дисковым ротором. Заявка №2011103511 от 01.02.2011 г. на изобретение «Электрическая машина с дисковым ротором».