

2. Паспорт программы развития электроэнергетики Томской области на 2012-2016 годы: Администрация Томской области распоряжение № 560-р от 16.06.2011. – 150 с.
3. Рейтинг стран Европы по стоимости электроэнергии для населения [Электронный ресурс] / URL: <http://riarating.ru/infografika/20160701/630029979.html>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения 12.09.2017
4. Бизнес-журнал Томская область: для малого и среднего бизнеса: [региональная версия] / ред. Д. Шиптенко. — Томск; М.: ООО "ИД Бизнес-журнал в Томске", 2013/05: - 34 с.
5. Кадастр возможностей / Под ред. Б.В. Лукутина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 280 с.
6. Малая и альтернативная энергетика – Ветрогенератор 30 кВт [Электронный ресурс] / URL: <http://energy-ds.ru/catalog/generating/vetrogenerator/vetrogenerator-condor-air-20-60kvt/vetrogenerator-condor-air-380-30-kvt.html> , свободный. – Яз. рус. Дата обращения 12.09.2017.

Научный руководитель: И.А. Разживин, ассистент каф. ЭЭС ЭНИН ТПУ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННО-ГИСТЕРЕЗИСНОГО ГИРОДВИГАТЕЛЯ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ANSYS MAXWELL

А.А. Брянцев

Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭКМ, группа 5АМ6Н

В настоящее время существуют программные комплексы позволяющие оптимизировать процессы расчета электромагнитных полей. ANSYS Maxwell – высокопроизводительное программное обеспечение для моделирования 2D и 3D электромагнитных полей, используемое для проектирования и исследования двумерных и трехмерных моделей двигателей, датчиков, трансформаторов и других электрических и электромеханических устройств различного применения. ANSYS Maxwell базируется на методе конечных элементов (Finite Element Method — FEM) и рассчитывает статические, гармонические электромагнитные и электрические поля, а также переходные процессы в полевых задачах [1].

В 2015 году ANSYS Maxwell расширил возможности моделирования векторного гистерезиса и гистерезисной модели потерь в стали. В предыдущих версиях Maxwell описывал только основную петлю гистерезиса. В последней версии стал описывать и частные петли гистерезиса [2].

Целью проведенных исследований является создание 2D модели синхронно-гистерезисного гидродвигателя в программной среде ANSYS Maxwell.

Маховик вместе с двигателем, приводящим его во вращение, называется гидродвигателем (ГД). Гидродвигатель является как по положению, так и по своему назначению центральным элементом гироскопического прибора Особен-

ность гироскопа заключается в том, что он стремится сохранить постоянство направления оси вращения маховика в абсолютном (инерционном) пространстве.

Принципиальной особенностью гистерезисных двигателей, связанной непосредственно с физикой их работы, является единый по своей природе электромагнитный момент в асинхронном и в синхронном режиме. То, что СГД имеет избыточный момент при любой скорости вращения, в том числе и при скорости, близкой к синхронной, позволяет ему входить в синхронизм при любом моменте инерции, что трудно получить от других типов синхронных двигателей [3].

Именно с этим связано в первую очередь применение гистерезисных двигателей в гироскопии. Кроме того, на стороне СГД простота, надежность и принципиальная симметричность конструкции ротора, а также относительно неплохие энергетические показатели, сопоставимые при малых габаритах с характеристиками двигателей иного типа. Для получения наилучших энергетических показателей используется только конструкция СГД с немагнитным материалом маховика.

В результате проведенного моделирования была настроена модель гиродвигателя в среде ANSYS Maxwell 2D. Модель представлена на рисунке 1. Далее проведена симуляция работы электродвигателя в режиме холостого хода и получены механические характеристики.

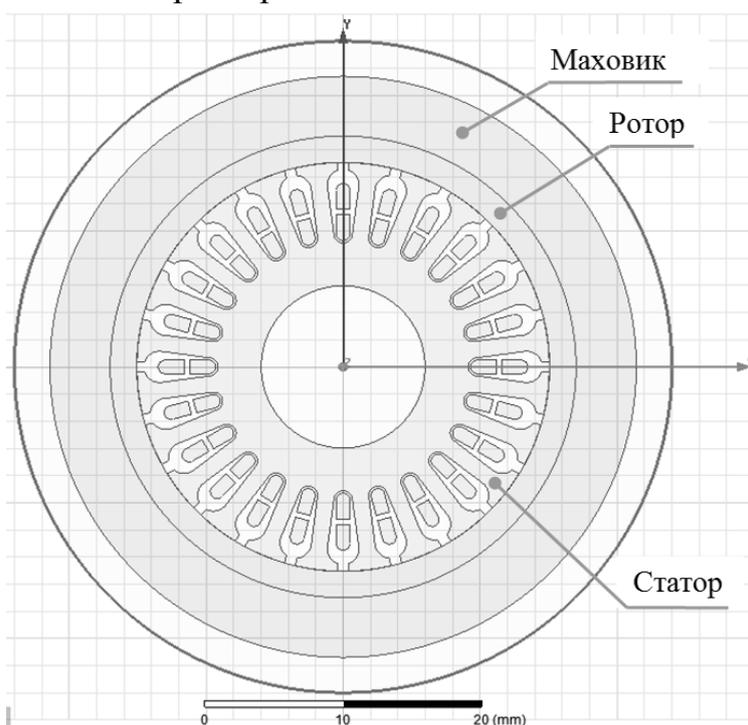


Рис. 1. 2D Модель магнитной системы гиродвигателя

Так как, ротор СГД намагничивается обмоткой статора. Поэтому СГД является недовозбужденным синхронным двигателем, что и определяет особенности его характеристик. Прежде всего из-за большого намагничивающего тока, потребляемого из сети, коэффициент мощности очень низкий.

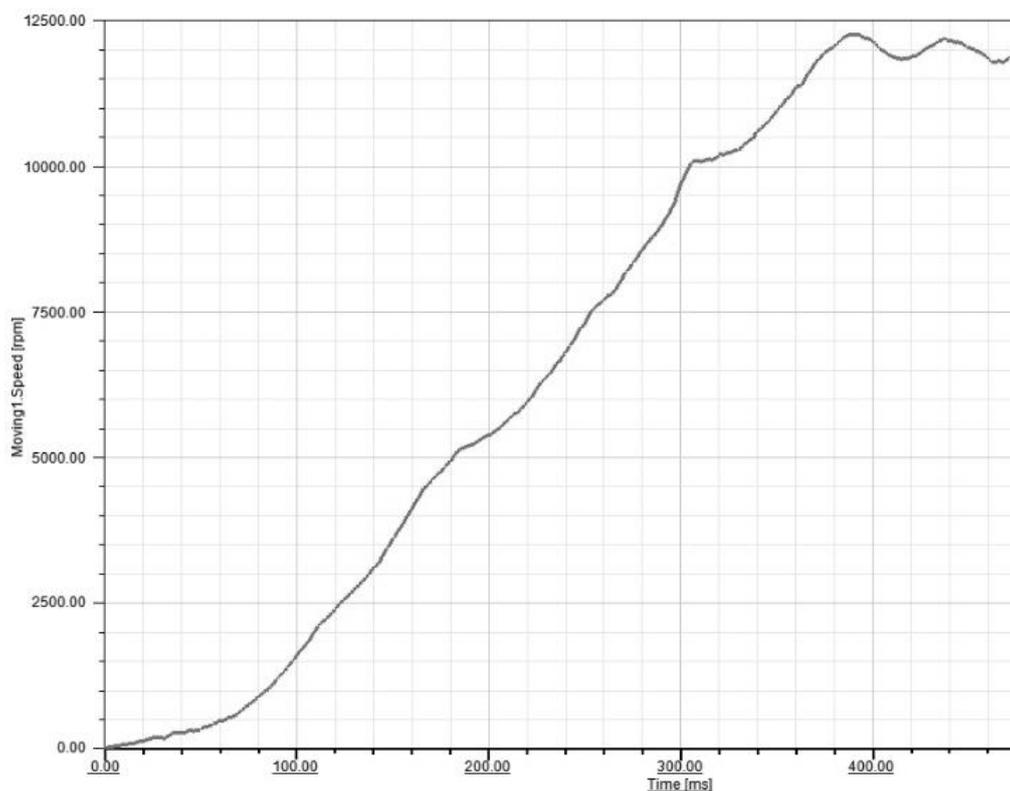


Рис. 2. График скорости

Вследствие низкого $\cos \varphi$, двигатель потребляет большой ток, имеет большие потери в меди и, следовательно, невысокий к.п.д. Ток статора в синхронном режиме слабо зависит от нагрузки, так как преобладающей в токе является намагничивающая составляющая, которая почти постоянна.

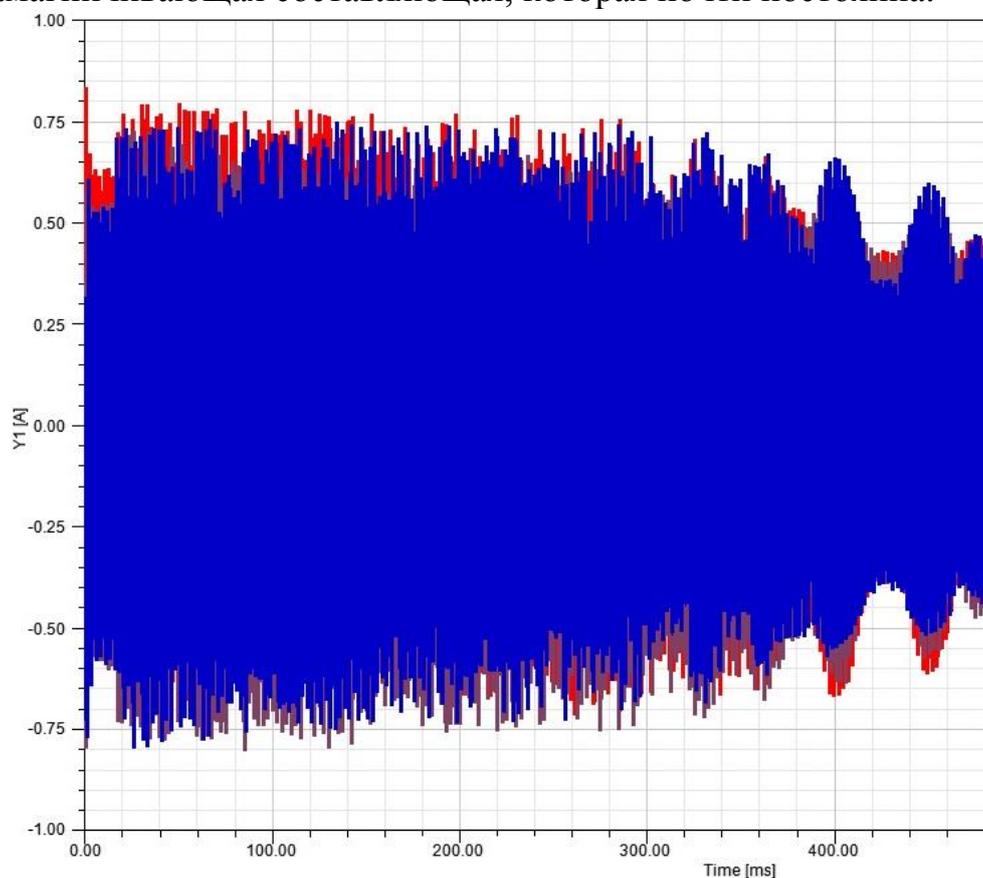


Рис. 3. График тока

Кратность пускового тока невелика и составляет около $k_I = 1,4$. Малая кратность тока является отличительной особенностью СГД, позволяющая с меньшим запасом выбрать мощность источника питания.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ANSOFT Maxwell / ANSYS Maxwell [Электронный ресурс]. – URL: <http://ansoft-maxwell.narod.ru/>
2. Векторное 2D/3D-моделирование гистерезиса [Электронный ресурс]. – URL: http://cae-expert.ru/sites/default/files/delcam_ural0315.pdf
3. Делекторский Б.А. Проектирование гироскопических электродвигателей / Б.А. Делекторский, Н.З. Мастяев, И.Н. Орлов; под ред. И.Н. Орлова. — Москва: Машиностроение, 1968. — 252 с.

Научный руководитель: А.Г. Гарганеев, д.т.н., профессор, зав. кафедрой ЭКМ ЭНИН ТПУ.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В.Ю. Верозуб

Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭКМ, группа 5АМ6Н

Введение

К качеству электроэнергии на летательных аппаратах предъявляются жесткие требования к системе электроснабжения (далее СЭС), которые подробно описаны в ГОСТ Р 54073-2010 [1]. В частности, согласно ГОСТ, системы трехфазного переменного тока должны обеспечивать как трехфазное, так и однофазное электропитание с номинальным напряжением 115/200 В и номинальной постоянной частотой 400 Гц или переменной частотой 360...800 Гц. Допускается применение систем переменного тока с двойным номинальным напряжением 230/400 В постоянной частоты 400 Гц или переменной частоты 360...800 Гц. Форма кривой напряжения должна быть синусоидальной с номинальными напряжениями и частотами. Системы трехфазного переменного тока должны быть соединены в звезду с заземленной нейтралью (N). Последовательность фаз СЭС должна быть А-В-С.

Вращение фаз должно происходить против часовой стрелки (положительное). Проводка самолета (вертолета) и выводы оборудования должны маркироваться соответственно А, В и С. Значения перенапряжений и понижений напряжения для систем переменного тока постоянной частоты 400 Гц должны находиться в пределах, приведенных на рисунке 1.