Исследования граничных процессов, происходящих при обработке почвогрунтов рабочими органами, показали, что согласно теории вовлечения масс в движение, в природе отсутствует как таковой процесс непосредственного трения различных тел. На самом деле указанный процесс (трения) сводится к следующему: поворот оторванной частицы благодаря сцеплению к своей среде и к контактной поверхности противоположной среды. На основании вышесказанного в совокупности граничное взаимодействие двух сред сводится к стремлению к выравниванию скорости движения. Таким образом, происходит вовлечение их частей в движение. Еще раз отметим, граничные процессы никогда не сопровождаются как таковым трением поверхностей взаимодействующих тел.

Исходя из этого и в соответствии с описанным механизмом прохождения граничных процессов во время вовлечения масс в движение рабочим органом, находят свое физическое объяснение такие явления, как поверхностное упрочнение или разупрочнение, повышение или уменьшение в нем (в твердом теле) поверхностных повреждений, насыщение теми или иными элементами, присутствующими в среде и пр. Граничные элементы своими формой, физико-механическими свойствами и режимом взаимодействия оказывают существенное влияние на долговечность рабочих поверхностей органов машин. В некоторых условиях граничные и приграничные процессы могут сопровождаться явлениями, направленными на разрушение поверхности или же, наоборот, на поверхностное деформационное упрочнение, которое увеличивает долговечность рабочего органа. Это подтверждается тем, что элементарные составляющие частицы, например, песчаных и супесчаных почв имеют твердость, которая, как правило, превышает твердость стали в среднем в 6 - 15 раз. Микротвердость кварцевых частиц имеют величину 1350 кг/мм^2 , а частицы корбунда - 2800 кг/мм^2 [4].

Также было исследовано время возникновения, а также сплошность образованных граничными элементами поверхностей. В процесса движения рабочего органа в среде, существуют моменты времени и участки рабочей поверхности, в которых между контактной поверхностью (твердым телом) и технологической средой отсутствует граничные зоны.

1. Крагельский И.В. Трение и износ. Изд. 2 перераб. и доп. 1968. 480с.
2. Имамов И.С. Введение в теорию вовлечения масс в движение на примере обработки почвы. //Тракторы и сельхозмашины, 2010; N 9. - С. 27-30
3. Имамов И.С. Механико – технологические основы теории деформации почвы рабочими органами почвообрабатывающих и посевных машин (моделирование методом конечных элементов, оптимизация и автоматизированное проектирование). Дисс. д-ра техн. наук.- Москва, 1992.-464 с.
4. Хрущев М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. М., Наука, 1970, 250 с.

Максимов Н.М., Савостеенко Н.В., Семенова К.Д., Киселева А.А., Панов К.Э.
Моделирование синхронного генератора с наружным ротором на постоянных магнитах

*Южно-Уральский Государственный Университет
(Россия, Челябинск)*

doi: 10.18411/lj-09-2019-12

idsp: ljjournal-09-2019-12

Аннотация

В этой статье рассматриваются способы и поэтапное моделирование синхронного генератора на постоянных магнитах с наружным ротором с помощью

пакета ANSYS, построение рабочих характеристик, изучение работы генератора в течение времени

Ключевые слова: синхронный генератор, наружный ротор, постоянные магниты, ANSYS, ветрогенератор, ветроэнергетика.

Abstract

This article discusses methods and step by step modeling of a permanent magnet synchronous generator with external rotor in ANSYS software. Operating characteristics are given. Running mode is analyzed.

Keywords: synchronous generator, permanent magnet, external rotor, ANSYS, wind-power engineering, wind generator.

Синхронные генераторы, благодаря своим особенностям, сегодня широко используются в электроэнергетике как для преобразования механической энергии в электрическую, так и для компенсации реактивной мощности в питающей сети.

Конструктивно генераторы разделяются на следующие виды: с внутренним или наружным (обращенным) ротором и по способу создания постоянного магнитного поля: с помощью постоянных магнитов или обмотки возбуждения. Широкое применение нашли синхронные машины с внутренним ротором. Но в зависимости от условий использования генератора и вида его работы необходимо рассмотреть различные исполнения машины.

В целях изучения ветроэнергетики, необходимо изучить виды ветрогенераторов, их конструктивные особенности и исполнения, принципы работы и производительность. Рассмотрены различные исполнения синхронных электродвигателей. В ходе исследования поставлена задача спроектировать синхронный двигатель на постоянных магнитах с наружным ротором, с его последующим изучением.

Для моделирования данной машины воспользуемся продуктом *ANSYS RMxprt* и *Maxwell* для полноценной оценки возможностей машины. Принцип работы абсолютно такой же, как и у всех синхронных генераторов: приведенный во вращение ротор с помощью постоянных магнитов наводит в обмотках статора ЭДС по закону электромагнитной индукции:

$$E = 4,44 \cdot \frac{n \cdot p}{60} \cdot w \cdot k_{об} \cdot \Phi,$$

где n – скорость вращения ротора;

p – число пар полюсов;

w – число витков фазы статора;

$k_{об}$ – обмоточный коэффициент;

Φ – магнитный поток полюса ротора.

Параметры генератора следующие:

1. Мощность: 3000 Вт;
2. Напряжение: 220 В;
3. Скорость ротора: 250 об/мин;
4. Расчетная температура: 75°C.

Преимущество пакета программного обеспечения *ANSYS RMxprt* и *Maxwell* это простота проектирования электродвигателей любого типа, программа самостоятельно создает конструкцию двигателей. Пользователю необходимо только задать параметры машины и произвести необходимую настройку в дальнейшем.

На первом этапе моделирования в *RMxprt* был создан статор генератора с наружным диаметром 510 мм, шихтованный. Число пазов составило 36, обмотка статора двухслойная.

Рисунок 1 – Статор синхронного генератора

Далее смоделирован ротор, с внутренним диаметром ротора 512 мм, сплошной. Внутри на стенках ротора расположены 34 постоянных магнита. Воздушный зазор составляет 2 мм.

После задания параметров будущего генератора и его настройки производится анализ проекта. Результат моделирования представлены на рисунках 1,2 и 3.

График 1 – Плотность потока в воздушном зазоре

График 2 – Индуктивное напряжение обмотки при номинальной скорости

График 3 – Токи в обмотках под нагрузкой

Далее с помощью *Maxwell* определим как магнитный поток проходит в машине при ее работе. Для этого готовая модель в *RMxpert* транспонирована в *Maxwell 2D*, произведена необходимая настройка по времени.

Рисунок 2 – Протекание магнитного потока в синхронном генераторе

Рисунок 3 – Потери в стали

В результате моделирования синхронного генератора с наружным ротором сделаны выводы о работе данной машины, рассмотрены рабочие характеристики

генераторы, распространения магнитного потока в пазах статора и ротора, а также рассчитаны электрические потери в стали. Данный комплекс мероприятий облегчает изучение и проектирования синхронного генератора по необходимым данным на начальном уровне его производства.

1. Вольдек А.И. Электрические машины. Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. – 3-е изд., перераб. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.
2. Беспалов В.Я. Электрические машины: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.
3. Копылов И.П. Электрические машины: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 360 с.
4. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учеб. Пособие для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 528 с.

**Максимов Н.М., Савостеенко Н.В., Семенова К.Д., Киселева А.А., Панов К.Э.
Поэтапное моделирование однофазного трансформатора в пакете ANSYS**

*Южно-Уральский Государственный Университет
(Россия, Челябинск)*

doi: 10.18411/lj-09-2019-13

idsp: ljournal-09-2019-13

Аннотация

В данной статье рассматривается моделирование однофазного трансформатора в пакете программного обеспечения ANSYS, позволяющее рассмотреть переходные и электромагнитные процессы, протекающие в обмотках и магнитопроводе, изменять значения и параметры трансформатора.

Ключевые слова: однофазный трансформатор, поэтапное моделирование, ANSYS, электромагнитные процессы, понижающий трансформатор.

Abstract

This article discusses methods of regulating the water supply at the pump station of the first rise. Functional diagrams of the three control methods and their brief descriptions are given, as well as the calculations of these methods. The optimal method for regulating the feed was selected, based on the studies.

Keywords: pump, supply, regulation, frequency converter, energy indicators

Моделирование однофазного трансформатора в пакете программного обеспечения ANSYS позволяет рассмотреть переходные и электромагнитные процессы, протекающие в обмотках и магнитопроводе, изменять значения и параметры трансформатора.

Трансформатор представляет собой статическое электромагнитное устройство, преобразующее переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты. [1]

Простейший однофазный трансформатор состоит из первичной обмотки, к которой подводится электрическая энергия, вторичная обмотка, к концам которой подключается нагрузка и магнитопровод, служащий для усиления электромагнитной связи между обмотками.

В большинстве учебной литературы устройство трансформатора представляют как на рисунке 1. Таким образом, была поставлена задача с помощью пакета программного обеспечения ANSYS, спроектировать трансформатор данного типа.