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.

Рисунок 1 – Принципиальная схема однофазного трансформатора

Трансформатор должен иметь следующие характеристики:

- 1) напряжение первичной обмотки;
- 2) напряжение первичной обмотки: 220В;
- 3) тип магнитопровода: стержневой 12В.

Для вычисления количества витков в каждой катушке, необходимо найти коэффициент трансформации, т.к.:

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1}{w_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1}; \quad (1)$$

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{12} = 18,3.$$

Таким образом, число витков первичной обмотки равно 100 витков, число витков вторичной обмотки равно 6.

Для начала необходимо создать 3D модель трансформатора. Для этого можно воспользоваться следующими программными обеспечениями для построения 3D моделей: *SolidWorks*, *KOMPAS*, *AutoCAD*. Сохранить модель в формате *.x_t* (см. рисунок 2)

Рисунок 2 – 3D модель однофазного трансформатора

Следующим этапом переходим в ПО *ANSYS Maxwell 3D*. Для моделирования трансформатора и изучения переходных процессов необходимо указать, что рассматривается статическая электромагнитная машина. Переход по вкладке *Maxwell 3D* → *Solution Type*. В появившемся окне в графе *Magnetic* поставить метку *Transient*. Далее загружается смоделированная 3D модель в *ANSYS: Modeler* → *Import* → «Выбрать нужный файл в формате *.x_t*» (см. рисунок 3)

Рисунок 3 – 3D модель однофазного трансформатора в ANSYS

Следующим этапом выбирается материал обмоток и магнитопровода. Правой кнопкой выбирается обмотка в дереве модели → *Assign Material*. В появившемся окне, необходимо найти медь (*copper*) для первичной и вторичной обмотки. Таким же образом подбирается электромагнитная сталь для магнитопровода трансформатора.

Немаловажным фактором является задания области, где находится трансформатор. Для этого нужно нажать на иконку *Create Region*. В появившемся окне задать размеры области, в которой находится трансформатор, и создать ее.

Далее создание обмоток трансформатора. Во-первых, нужно создать секции обмоток (Правой кнопкой мыши по обмотке → *Edit* → *Surface* → *Section*). Обмотка разделиться на две части, необходимо лишь одна секция (*Edit* → *Boolean* → *Separate Bodies*). Во-вторых, задается количество витков в каждой обмотке (*Assign Excitation* → *Coil Terminal*). В первичной обмотке число витков 100, вторичной – 6. Важно выбрать направления обмоток, они должны быть намотаны встречно. В-третьих, ввод параметров обмоток. Переход в дерево *Project Manager*, вкладка *Excitations* правой кнопкой мыши выбирается *Add Winding*. В появившейся строке *Type* выбираем *Voltage*, в строке *Resistance* задаем сопротивление обмотки, в строке *Voltage* записывается следующее выражение: $\langle (220 \cdot \sqrt{3}) / \sqrt{2} \rangle \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot \text{time})$, тем самым на первичную обмотку подается переменное напряжение. Таким же образом создается вторичную обмотку, однако строку *Voltage* пустая, т.к. к ней напряжение не подводится. В завершении нужно добавить в каждую обмотку количество обмоток (*Add Terminals*)

После создания обмоток необходимо учесть потери в стали и потери на вихревые токи в обмотках (*Assign Excitation* → *Set Core Loss* или *Set Eddy Effects* и поставить галочки напротив нужных объектов)

Далее необходимо проанализировать модель. В дереве *Project Manager* строка *Analysis* → *Add Solution Setup*. В появившемся окне выбирается промежуток времени, который необходимо рассмотреть и шаг расчета.

В *Results* (*Results* → *Create Transient Report* → *Rectangular Plot*) нужно выбрать параметры, которые нужно снять в процессе исследования (*FluxLinkage*, *InducedVoltage*, *Current*, *Coreloss*, *EddyCurrentLoss*)

В завершении в строке *Analysis* выбирать *Analyze*, программа начнет выполнять расчеты. В итоге получены следующие характеристики, представленные на рисунках 4-7.

Рисунок 4 – Зависимость потокосцепления от времени

Рисунок 5 – Зависимость электродвижущей силы от времени

Рисунок 6 – Зависимость тока от времени

Рисунок 7– Зависимость потерь в стали и потерь на вихревые токи от времени

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.
Алгоритм оптимизации параметров двухмассовой электромеханической системы манипулятора

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

doi: 10.18411/lj-09-2019-14

idsp: ljjournal-09-2019-14

Аннотация

В данной статье говорится о критериях оптимизации двухмассовой электромеханической системы, выбор которых производится по трем обобщенным параметрам: частоте механического резонанса одномассовой системы и электромеханическими постоянными времени электродвигателя и рабочего механизма. Так же была выработана методика выбора передаточного числа редуктора.

Ключевые слова: двухмассовая система, критерии оптимизации, упругие связи, манипулятор, передаточное число редуктора.

Abstract

This article refers to optimization criteria for a dual-mass electromechanical system, the choice of which is made according to three general parameters: the frequency of the mechanical resonance of the single-mass system and the electromechanical time constants of the electric motor and the working mechanism. A methodology was also developed for selecting the gear ratio of the gearbox

Keywords: dual-mass system, optimization criteria, structural coupling manipulator, gear ratio.