

др.). Эти повреждения присущи всем видам комплектующих изделий и элементов ПНК, однако при данной классификации их целесообразно рассматривать применительно к высоконадежным блокам и деталям которые в нормальных условиях и режимах эксплуатации могут безотказно работать достаточно длительный период времени (несколько межремонтных ресурсов планера ВС).

Библиографический список

1. Гренандер, У. Лекции по теории образов [Текст]. – М.: МИР, 1979.
2. Полонников, Р.И. [и др.] Об одном способе решения задачи опознавания объектов [Текст] / Р.И. Полонников, В.В. Александров. // Изв. АН СССР, Техническая кибернетика № 1, 1967.
3. Евдокимов, Ю. К. [и др.] LabView для радиоинженера [Текст] / Ю. К. Евдокимов, В. Р. Линдваль, Г. И Щербаков. – М.: ДМК пресс, 2007. – 398с.
4. Климов, В. Т. [и др.] Функциональные системы летательных аппаратов [Текст] / В. Т. Климов, В. Д. Борисов. – М.: Московский рабочий, 2003. – 256 с.

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

А.Н. Коптев, Н.А. Яковенко

Построение методики контроля компонентов СЭС ЛА невозможно без создания системы генерации энергии. Однако использование реальных систем не всегда возможно и эффективно с точки зрения экономических затрат.

Построение модели функционирования электрической машины, вкупе с аппаратными средствами позволяет построить бортовую сеть меньшей мощности, но обладающую сходными характеристиками, что и реальная.

При этом возникает проблема построения математической модели, которая бы в достаточной степени соответствовала бортовой системе генерации энергии. Поскольку построение подобной системы представляет достаточно сложную задачу, необходимо сделать ряд допущений.

Рассмотрим более подробно методику построения подобной модели. В идеализированной машине вращающееся поле имеет круговую форму, т.е. его амплитуда постоянна, а мгновенное значение частоты вращения за период неизменно.

Модель идеализированной машины можно получить на основе двухфазной, трехфазной или m -фазной системы обмоток. Однако двухфазная модель является наиболее предпочтительной, так как в этом случае имеет место наименьшее число переменных, а, следовательно, и уравнений электромеханического преобразования [1]. Кроме того, структура последних упрощается, так как взаимдуктивность между взаимоперпендикулярными фазами равна нулю.

Таким образом, вместо изучения m -фазной в общем случае электрической машины можно анализировать и двухфазную эквивалентную математическую модель. При этом необходимо соблюсти два условия:

- преобразование должно быть инвариантным по мощности;
- токи и напряжение должны быть преобразованы без нарушения исходных уравнений.

Пространственная расчетная модель двухфазной n -полюсной идеализированной электрической машины показана на рисунке 10.

Здесь статорные и роторные обмотки ориентированы в пространстве так, что их оси совпадают с некоторыми взаимоперпендикулярными осями q , d . Ротор вращается со скоростью ω . Таким образом, в представленной модели оси обмотки статора и ротора взаимонеподвижны (рис. 1).

Такое преобразование выполняется для устранения из уравнений так называемых «периодических коэффициентов», появляющихся в математических моделях бесколлекторных вращающихся машин как результат непрерывного пространственного перемещения осей обмоток их статора и ротора. В реальной машине угол θ между осями обмоток статора и ротора непрерывно изменяется, в связи с чем уравнения, записанные в естественных (непреобразованных) координатных осях содержат в качестве

множителей токов упомянутые периодические коэффициенты и не имеют аналитического решения.

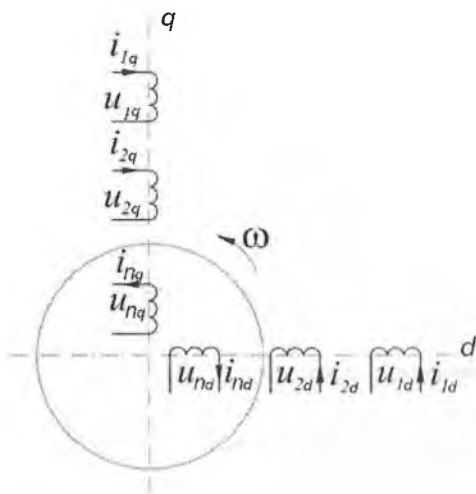


Рис. 1. Пространственная модель обобщенной машины с гармонически изменяющимся полем круговой формы

Возникновение периодических коэффициентов в непреобразованной системе координат связано с тем, что процессы в статоре и роторе описываются уравнениями, составленными в разных координатных системах.

Следовательно, возникает необходимость приведения этих процессов к некоторой общей системе осей.

При моделировании электрических машин с взаимно перемещающимися осями обмоток для исключения периодических коэффициентов из их уравнений следует осуществлять преобразование к той системе координат, которая жестко связана с несимметричным магнитопроводом [2].

Схема замещения, на основе которой будем выводить уравнения поведения синхронной машины представлена на рисунке 2.

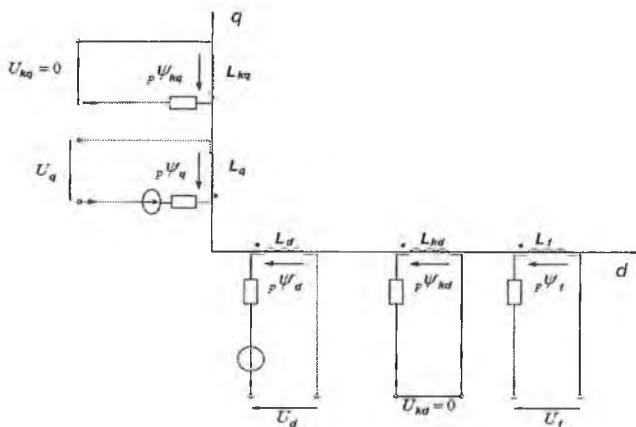


Рис. 2. Схема замещения синхронной машины в системе координат $q-d$

Для удобства при составлении уравнений поведения электрической машины и при проведении расчетов, приведем исходные параметры электрической машины к системе относительных единиц:

$$R_{ao.e} = \frac{R_a}{Z_o} - \text{активное сопротивление обмоток якоря};$$

$$R_{fo.e} = \frac{R_f}{Z_{fo}} - \text{активное сопротивление обмотки возбуждения};$$

$$R_{kdo.e} = \frac{R_{kd}}{Z_{fo}} \quad \text{и} \quad R_{kdo.e} = \frac{R_{kd}}{Z_{fo}} - \text{активное сопротивление}$$

демпферных обмоток по продольной и поперечной осям;

$$L_{do.e} = \frac{L_d}{Z_o} - \text{индуктивность якорной обмотки по продольной}$$

оси d ;

$$L_{qo.e} = \frac{L_q}{Z_o} - \text{индуктивность якорной обмотки по поперечной}$$

оси q ;

$$L_{fo.e} = \frac{L_f}{Z_{fo}} - \text{индуктивность обмотки возбуждения};$$

$$L_{kdo.e} = \frac{L_{kd}}{Z_{fo}} \quad \text{и} \quad L_{kqo.e} = \frac{L_{kq}}{Z_{fo}} - \text{индуктивность демпферных}$$

обмоток по продольной и поперечной осям;

$$L_{\sigma o.e} = \frac{L_{\sigma}}{Z_o} - \text{индуктивность рассеяния обмотки якоря.}$$

При этом в качестве базовых значений примем следующие параметры:

$$L_a = L_d - L_{\sigma} = \psi_d \cdot \frac{u_n^2}{S_n} - \text{индуктивность обмотки якоря};$$

$$L_{af} = \frac{\sqrt{2/3} \cdot u_n}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot i_{fo}};$$

$$Z_o = \frac{u_n^2}{S_n};$$

$$Z_{fo} = \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{L_{af}}{L_a} \right) \cdot Z_o;$$

$$U_o = \sqrt{2/3} \cdot u_n - \text{напряжение якоря};$$

$$S_o = S_n - \text{полная мощность};$$

$$I_o = \frac{2}{3} \cdot \frac{S_o}{U_o} - \text{ток якоря};$$

$$\omega_c = 2 \cdot \pi \cdot f_n - \text{электрическая частота вращения};$$

$$T_o = \frac{S_o \cdot P}{\omega_c} - \text{электромагнитный момент};$$

$$U_{fo} = \frac{3 \cdot L_{af} \cdot U_o}{2 \cdot L_a} - \text{напряжение возбуждения};$$

$$U_{fo} = \frac{L_a \cdot L_o}{L_{af}} - \text{ток возбуждения.}$$

Сделав указанные преобразования, можно записать уравнения модели идеализированной двухфазной машины в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{di_d}{dt} &= \frac{(u_f - R_f \cdot i_f) \cdot (\psi_d^2 - L_{kd} \cdot \psi_d) + \psi_d \cdot (L_f - \psi_d) \cdot R_{kd} \cdot i_{kd}}{L_d \cdot L_{kd} \cdot L_f + 2 \cdot \psi_d^3 - \psi_d^2 \cdot (L_d + L_{kd} + L_f)} - \\ &\frac{(u_d - R_a \cdot i_d + L_q \cdot \omega \cdot i_q + \psi_q \cdot \omega \cdot i_{kq}) \cdot (L_{kd} \cdot L_f - \psi_d^2)}{L_d \cdot L_{kd} \cdot L_f + 2 \cdot \psi_d^3 - \psi_d^2 \cdot (L_d + L_{kd} + L_f)} \\ \frac{di_q}{dt} &= \frac{L_{kq} \cdot (u_q - L_d \cdot \omega \cdot i_d - \psi_d \cdot \omega \cdot (i_f + i_{kd}) - R_a \cdot i_q) + \psi_q \cdot R_{kq} \cdot i_{kq}}{L_d \cdot L_{kd} \cdot L_f + 2 \cdot \psi_d^3 - \psi_d^2 \cdot (L_d + L_{kd} + L_f)} \quad (1) \\ \frac{di_f}{dt} &= \frac{(u_f - R_f \cdot i_f) \cdot (L_d \cdot L_{kd} - \psi_d^2) + R_{kd} \cdot i_{kd} \cdot \psi_d \cdot (L_d - \psi_d)}{L_d \cdot L_{kd} \cdot L_f + 2 \cdot \psi_d^3 - \psi_d^2 \cdot (L_d + L_{kd} + L_f)} + \\ &+ \frac{(u_d - R_a \cdot i_d + L_q \cdot \omega \cdot i_q + \psi_q \cdot \omega \cdot i_{kq}) \cdot \psi_d \cdot (\psi_d - L_{kd})}{L_d \cdot L_{kd} \cdot L_f + 2 \cdot \psi_d^3 - \psi_d^2 \cdot (L_d + L_{kd} + L_f)} \\ \frac{di_{kd}}{dt} &= \frac{-\psi_d (u_f - R_f \cdot i_f) \cdot (L_d - \psi_d) - R_{kd} \cdot i_{kd} \cdot (L_f \cdot L_d - \psi_d^2)}{L_d \cdot L_{kd} \cdot L_f + 2 \cdot \psi_d^3 - \psi_d^2 \cdot (L_d + L_{kd} + L_f)} + \\ &+ \frac{(-u_d + R_a \cdot i_d - L_q \cdot \omega \cdot i_q + \psi_q \cdot \omega \cdot i_{kq}) \cdot \psi_d \cdot (L_f - \psi_d)}{L_d \cdot L_{kd} \cdot L_f + 2 \cdot \psi_d^3 - \psi_d^2 \cdot (L_d + L_{kd} + L_f)} \\ \frac{di_{kq}}{dt} &= \frac{\psi_q \cdot (u_q - \omega \cdot (L_d \cdot i_d + \psi_d \cdot i_{kd} + \psi_d \cdot i_f) - R_a \cdot i_q) - L_q \cdot R_{kq} \cdot i_{kq}}{L_q \cdot L_{kq} - \psi_q^2} \end{aligned}$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega,$$

где i_d – ток якоря по оси d;

i_q – ток якоря по оси q;

i_f - ток возбуждения;

i_{kd} - ток демпферной обмотки по оси d;

i_{kq} - ток демпферной обмотки по оси q;

θ - электрический угол между осью фазы А и осью d машины;

u_d - напряжение якоря по оси d;

u_q - напряжение якоря по оси q;

u_f - напряжение обмотки возбуждения.

Напряжения фаз u_a, u_b, u_c преобразуются в напряжения по осям d, q:

$$u_d = \frac{2}{3} \cdot (u_a \cdot \cos \theta + u_b \cdot \cos(\theta - 2\pi/3) + u_c \cdot \cos(\theta + 2\pi/3)) \quad (2)$$

$$u_q = \frac{2}{3} \cdot (-u_a \cdot \sin \theta - u_b \cdot \sin(\theta - 2\pi/3) - u_c \cdot \sin(\theta + 2\pi/3)) \quad (3)$$

Дифференциальные уравнения (1) содержат следующие параметры:

R_a - активное сопротивление обмотки якоря;

R_{kd} - активное сопротивление демпферной обмотки по оси d;

R_{kq} - активное сопротивление демпферной обмотки по оси q;

R_f - активное сопротивление обмотки возбуждения;

L_d - индуктивность самоиндукции обмотки якоря по оси d;

L_{kd} - индуктивность самоиндукции демпферной обмотки по оси d;

L_f - индуктивность самоиндукции обмотки возбуждения;

L_q - индуктивность самоиндукции обмотки якоря по оси q;

L_{kq} - индуктивность самоиндукции демпферной обмотки по оси q;

L_σ - индуктивность рассеяния обмотки якоря.

По значениям, полученным в результате решения системы уравнений (1) определяются индуктивности взаимной индукции по осям d, q M_d и M_q .

На основе приведенных выше уравнений (1), (2) и (3) построим программу для определения параметров работы генератора в различных режимах, в том числе и аварийных. Алгоритм программы имитации работы генератора представлен на рисунке 3.

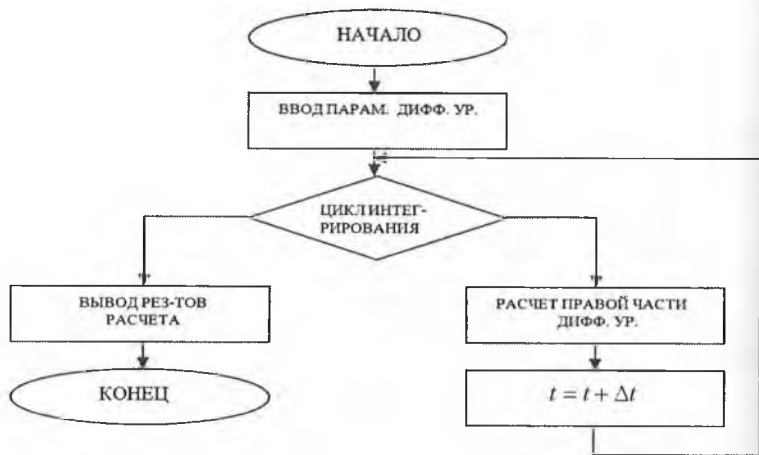


Рис. 3. Алгоритм программы расчета переходных и установившихся режимов работы синхронного генератора

Алгоритм включает следующие операции:

1. Ввод значений, характеризующих начальный режим N_0 , определяющий условия работы генератора без нагрузки;

2. Моделирование переходных процессов в системе генератор-нагрузка, возникающих при переходе из начального установившегося режима N_0 в режим N_i , где i – текущий режим, заключающийся в расчете дифференциальных уравнений, составляющих математическое описание генератора, численными методами. Данный этап повторяется последовательно для нескольких режимов, в соответствии с задаваемыми параметрами;

3. Вывод результатов расчета.

Библиографический список

1. Адкинс Б. Общая теория электрических машин [Текст]. – Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 250 с.
2. Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин [Текст]. – М.: Высшая школа, 2001. – 327 с.

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.Н. Коршунов

Понятие конкуренции является фундаментальным в экономической теории рыночных отношений. Конкуренция проявляется на всех уровнях рыночной экономики - от предприятия до мировой экономической системы.

Конкуренция – это важнейший фактор рыночной экономики, отражающий соперничество производителей и потребителей за наиболее благоприятные условия покупки и продажи. Соперничают между собой товары, работы и услуги, представленные на рынках и их производители - фирмы, отрасли, страны. Поэтому для большинства предприятий основной задачей их функционирования становится обеспечение конкурентоспособности, адаптируемости к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды.

Важнейшим фактором достижения высокого уровня конкурентоспособности является концентрация производства, которая позволяет своевременно обновлять производственно-технический потенциал предприятия, снижать издержки производства, повышать производительность труда, качества конечной продукции (работ, услуг), сокращать сроки ее изготовления.

На крупных высокотехнологичных производствах происходит интенсивный процесс обновления ассортимента выпускаемой продукции. Особое место занимает обеспечение стабильного роста качества и надежности новых изделий при одновременном снижении цен на них. На крупных предприятиях осуществляется принцип повыше-