

ВРАЩАЮЩИЕСЯ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Мазур А.Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Тетерина Л. В.

В работе представлена информация о трансформаторе предложенного в задании.

Областью возможного практического применения является система автоматического регулирования в качестве элементов (датчиков угла) для измерения рассогласования между двумя вращающимися осями.

Вращающимися трансформаторами (ВТ) называют электрические микромашины переменного тока, преобразующие угол поворота ротора θ в напряжение, пропорциональное этому углу или некоторым его функциям. В зависимости от закона изменения напряжения на выходе их подразделяют на следующие типы:

- синусно-косинусный трансформатор, позволяющий получать на выходе два напряжения, одно из которых пропорционально $\sin \theta$, а другое – $\cos \theta$;
- линейный вращающийся трансформатор, выходное напряжение которого пропорционально углу θ ;
- вращающийся трансформатор-построитель, выходное напряжение которого имеет связь с подаваемыми первичными напряжениями U_1 и U_2 в виде закона

$$U_{\text{ВЫХ}} = C \sqrt{U_1^2 + U_2^2},$$

где C – постоянная.

В технической литературе иногда употребляют термин «поворотные трансформаторы».

Вращающиеся (поворотные) трансформаторы предназначены для получения переменного напряжения, значение которого зависит от угла поворота ротора. По назначению вращающиеся трансформаторы относятся к информационным электрическим машинам и применяются в системах автоматического регулирования в качестве элементов (датчиков угла) для измерения рассогласования между двумя вращающимися осями. Вращающийся трансформатор конструктивно представляет собой электрическую машину индукционного типа малой мощности. Наибольшее применение получили двухполюсные вращающиеся трансформаторы с двумя парами одинаковых взаимно перпендикулярных обмоток.

Устройство вращающихся трансформаторов

Вращающийся трансформатор выполняют так же, как асинхронный двигатель с фазным ротором. На статоре и роторе размещают по две одинаковые однофазные распределенные обмотки, сдвинутые между собой в пространстве на 90° . Магнитопровод изготавливают из листов электротехнической стали или пермаллоя, изолированных друг от друга.

Вращающийся трансформатор может работать в режиме поворота ротора или в режиме вращения.

При работе вращающегося трансформатора в режиме непрерывного вращения обмотки возбуждения и компенсационную обычно размещают на роторе, а синусную и косинусную – на статоре. В этом случае компенсационную обмотку замыкают накоротко, а обмотку возбуждения подключают к сети переменного тока с помощью двух контактных колец.

Принцип действия вращающихся трансформаторов

Во вращающихся трансформаторах принимают меры к тому, чтобы распределение магнитной индукции в воздушном зазоре было по возможности близким к синусоидальному. Достигается это за счет специального выполнения обмоток, выбора соответствующего числа пазов статора и ротора, применения скоса зубцов и тщательного изготовления магнитопровода.

В зависимости от того, какая из обмоток используется, получаем синусный или косинусный, а при использовании обеих обмоток ротора синусно-косинусный вращающийся трансформатор.

При нагрузке по обмоткам ротора потечет ток, который создает магнитные потоки, направленные вдоль осей этих обмоток. Поток каждой обмотки можно разложить на две составляющие – продольную, совпадающую с осью обмотки возбуждения, и поперечную, направленную перпендикулярно этой оси. Продольная составляющая потока обмотки ротора вместе с потоком обмотки возбуждения создают основной рабочий поток вращающегося трансформатора, который, как и в трансформаторе, зависит от подведенного напряжения и при $U_1 = \text{const}$ постоянен.

Для того чтобы избежать погрешностей от поперечных потоков, применяется симметрирование. Симметрирование может быть проведено как на вторичной, так и на первичной стороне. При симметрировании на вторичной стороне обе обмотки ротора замыкаются на одинаковую нагрузку $Z_{н1} = Z_{н2}$. В этом случае поперечные потоки обмоток будут численно равны, но так как они направлены встречно, то произойдет их взаимная компенсация.

В настоящее время для определения углового положения различных механизмов традиционно применяют синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы (СКВТ). Применение СКВТ наиболее оправданно в аналоговых системах измерения угла поворота или высокоточных цифровых системах с аналоговым входом. По сравнению с цифровыми датчиками углового положения применение СКВТ позволяет достичь большей точности преобразования углового перемещения в электрический сигнал. В зависимости от назначения СКВТ могут работать как в режиме поворота в пределах заданного угла, так и в режиме непрерывного вращения.

Основным свойством ВТ является то, что при повороте его ротора взаимная индуктивность между обмотками статора и ротора с высокой степенью точности изменяется по закону синуса или косинуса угла поворота. Вследствие этого эффективные значения ЭДС взаимоиндукции вторичных обмоток СКВТ строго следуют этим зависимостям.