

РАСЧЕТ МАССИВНОГО РОТОРА СИНХРОННОЙ РЕАКТИВНОЙ МАШИНЫ НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

К.М. Виноградов, В.Д. Константинов

Рассмотрен способ расчета массивного ротора синхронной реактивной машины независимого возбуждения. Показано, что явнополюсный ротор синхронной машины независимого возбуждения, не имеет обмотки возбуждения. Вследствие чего отсутствуют магнитные потоки рассеяния, которые в классической машине учитываются при расчете магнитодвижущей силы.

Ключевые слова: синхронная реактивная машина, пассивный ротор.

В синхронной реактивной машине независимого возбуждения ротор, как правило, выполняется не шихтованным, т.е. монолитным. Кроме того, он принципиально должен быть явнополюсным. Оптимальный выбор длины воздушного зазора главным образом определяет основные удельные показатели генераторной энергоустановки в целом и электрической машины в частности. Магнитное сопротивление и магнитное напряжение воздушного зазора, составляющее основную часть МДС магнитной цепи всей машины, тем меньше, чем меньше его длина. Из-за этого даже незначительное уменьшение зазора приводит к соответствующему увеличению индукции в зазоре и наоборот – увеличение величины воздушного зазора приводит к значительному уменьшению магнитной индукции. Однако чрезмерное уменьшение воздушного зазора δ приводит к возрастанию амплитуды пульсаций магнитной индукции в области полюса, что, в свою очередь, вызывает увеличение пульсационных и поверхностных потерь. В синхронной реактивной машине независимого возбуждения средней мощности длину воздушного зазора δ целесообразно выбирать по методике, аналогичной асинхронным двигателям переменного тока краново-металлургической серии [5].

Расчет синхронной реактивной машины независимого возбуждения на разных этапах включает в себя методы проектирования, которые используются при проектировании серийных машин постоянного тока, синхронных и асинхронных машин. Но в случае расчета синхронной реактивной машины независимого возбуждения приходится учитывать ее функциональные и конструктивные особенности.

При расчете основных электромагнитных нагрузок и выборе главных геометрических размеров необходимо учитывать то, что скорость враще-

ния реактивной машины ограничена лишь механической прочностью ротора. Этот факт позволяет существенно уменьшить габарит машины при сохранении мощности [5]. Известно, что один и тот же коэффициент использования электрической машины можно получить при относительно умеренных значениях линейной нагрузки A и относительно больших значениях магнитной индукции $B\delta$. Можно поступить и по другому – заложить относительно повышенные значения A и относительно низкие $B\delta$. В первом случае машины называют условно «стальными», имеющими относительно увеличенную массу магнитопровода, а во втором – условно «медными», т.к. в этом случае в машинах относительно велики объемы электрических обмоток. Как правило, бесконтактные электрические генераторы автономных энергоустановок и бесконтактные двигатели относятся ко второму типу машин, имеющих относительно пониженный объем и массу магнитопровода и поэтому меньшие значения удельной массы.

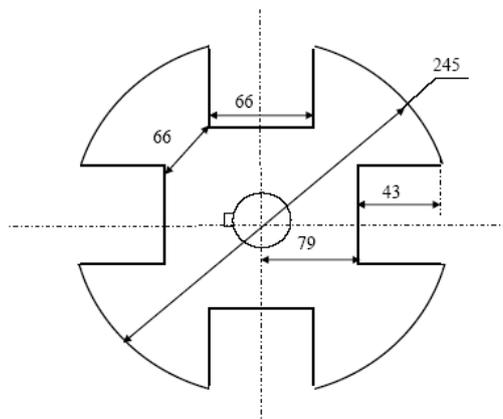
Проблема выбора оптимальной величины отношения диаметра и длины машины λ является сложной и многокритериальной задачей, которую нужно рассматривать и решать комплексно и совместно с конкретными технологическими требованиями. Учитывая относительно высокую механическую жёсткость и прочность массивного ротора, можно рекомендовать специальную удлиненную форму ротора. Это целесообразно там, где имеются ограничения свободному пространству и объему, здесь ротор можно выполнить относительно длиннее стандартного серийной машины, сохранив эквивалентную механическую мощность на валу или электромагнитный момент. В таких специальных случаях отношение λ можно выбирать в десятки раз больше обычных значений [1].

В генераторном режиме у синхронной реактивной машины независимого возбуждения число фаз якоря будет влиять на форму выпрямленного напряжения. Увеличение расчетного числа фаз m обмотки якоря снижает пульсации мгновенного значения выпрямленного напряжения генератора. Это позволяет сделать выходное напряжение более гладким. Кроме того, число фаз можно выбирать кратным трем, потому что в этом случае будут использоваться серийные (стандартные) полупроводниковые преобразователи и схемы выпрямления. Для обмотки возбуждения увеличение числа фаз приводит к значительному увеличению числа управляемых ключей (транзисторов). Если использовать индивидуальные источники питания на каждую фазу, то это число равно $4 \cdot m$, а при питании той же электрической машины от серийных мостовых инверторов число ключей будет всего $2 \cdot m$. Используя два типовых мостовых инвертора (выпрямителя), мы остановились на шестифазном варианте машины [1, 5].

Следует отметить, что расчет магнитодвижущей силы полюса синхронной реактивной машины независимого возбуждения отличается от расчета размеров магнитного полюса серийного синхронного явнополюсно-

го двигателя с активным ротором тем, что в нашем случае будут отсутствовать магнитные потоки рассеяния обмотки ротора [4].

На рис. показан поперечный разрез ротора для машины мощностью 150 кВт, на частоту вращения 10000 об/мин.



Пример четырех полюсного ротора

Физическая нейтраль смещается относительно геометрической нейтрали на некоторый угол. В синхронной реактивной машине независимого возбуждения намагничивающая составляющая поля реакции якоря действует в области полюса, а размагничивающая – в области межполюсного промежутка.

После расчета ротора приступают к следующей задаче – оптимизации линейной плотности поверхностного тока, учитывая совместную работу синхронной реактивной машины независимого возбуждения с вентильным преобразователем. Здесь необходимо учитывать и то, что данная машина принципиально работает не на синусоидальном токе. Форма тока статора имеет прямоугольный вид.

Библиографический список

1. Кононенко, Е.В. Синхронные реактивные машины / Е.В. Кононенко. – М.: Энергия, 1970. – 208 с.
2. Вольдек, А.И. Электрические машины: Учебник для вузов / А.И. Вольдек. – Л.: Энергия, 1974. – 840 с.
3. Проектирование электрических машин: Учеб. для вузов / И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин, Б.Ф. Токарев; Под ред. И.П. Копылова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 757 с.
4. Электропривод с синхронным реактивным двигателем независимого возбуждения / Ю.С. Усынин, Н.Д. Монюшко, М.А. Григорьев, Г.В. Караваяев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2001. – № 4 (04). – Вып. 1. – С. 70–76.
5. Усынин, Ю.С. Электроприводы и генераторы с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения / Ю.С. Усынин, М.А. Григорьев, К.М. Виноградов // Электричество. – 2007. – № 3. – С. 21–26.

[К содержанию](#)