Лекция №4

Синхронные машины: устройство и применение

Назначение и область применения синхронных машин

Синхронные машины — это электрические машины переменного тока, у которых скорость вращения ротора строго связана с частотой сети. В отличие от асинхронных двигателей, ротор синхронной машины вращается с той же скоростью, что и магнитное поле статора. Синхронные машины используются в основном как генераторы на электростанциях, но также применяются и в качестве двигателей.

Синхронные генераторы устанавливаются на тепловых, гидравлических и атомных электростанциях. Они вырабатывают электрическую энергию, которая затем передаётся по линиям электропередачи потребителям. Синхронные двигатели применяются там, где требуется постоянная скорость вращения независимо от нагрузки: на компрессорных станциях, в насосных установках большой мощности, в приводах металлургических механизмов.

Ещё одна важная область применения синхронных машин — компенсация реактивной мощности. Синхронные компенсаторы — это синхронные машины, работающие в режиме холостого хода без нагрузки на валу. Они вырабатывают или потребляют реактивную мощность, улучшая коэффициент мощности сети.

Устройство синхронной машины

Синхронная машина, как и асинхронная, состоит из статора и ротора. Статор синхронной машины принципиально не отличается от статора асинхронного двигателя — это шихтованный цилиндр с трёхфазной обмоткой. Отличие заключается в конструкции ротора.

Ротор синхронной машины имеет обмотку возбуждения, по которой протекает постоянный ток. Этот ток создаёт постоянное магнитное поле, которое

при вращении ротора наводит электродвижущую силу в обмотке статора. Питание обмотки возбуждения осуществляется через контактные кольца и щётки от внешнего источника постоянного тока — возбудителя.

По конструкции ротора синхронные машины делятся на два типа: с явнополюсным ротором и с неявнополюсным ротором. Явнополюсный ротор имеет выступающие полюсы с надетыми на них катушками обмотки возбуждения. Он применяется в машинах с небольшим числом оборотов, например, на гидроэлектростанциях. Неявнополюсный ротор представляет собой сплошной цилиндр с выфрезерованными пазами, в которых уложена обмотка возбуждения. Он применяется в быстроходных машинах — турбогенераторах на тепловых станциях.

Принцип работы синхронной машины

В режиме генератора ротор синхронной машины приводится во вращение первичным двигателем — турбиной или дизелем. Постоянный ток от возбудителя протекает по обмотке ротора и создаёт магнитное поле. При вращении ротора это поле пересекает витки обмотки статора, и в ней наводится электродвижущая сила. Частота наводимой электродвижущей силы жёстко связана со скоростью вращения ротора и числом пар полюсов.

В режиме двигателя к обмотке статора подводится трёхфазное напряжение, которое создаёт вращающееся магнитное поле. Одновременно на обмотку ротора подаётся постоянный ток — ротор намагничивается. Магнитное поле статора увлекает за собой магнитное поле ротора, и ротор начинает вращаться синхронно с полем статора. Отсюда и название машины — синхронная.

Важной особенностью синхронного двигателя является то, что его скорость вращения не зависит от нагрузки на валу — она постоянна при постоянной частоте сети. При перегрузке двигатель может «выпасть из синхронизма» — ротор перестанет вращаться синхронно с полем, и двигатель остановится.

Регулирование реактивной мощности

Уникальное свойство синхронной машины — возможность регулировать реактивную мощность изменением тока возбуждения. При увеличении тока возбуждения двигатель начинает выдавать в сеть реактивную мощность, работая как генератор реактивной мощности. При уменьшении тока возбуждения двигатель начинает потреблять реактивную мощность из сети.

Это свойство широко используется на промышленных предприятиях. Синхронный двигатель, работая в режиме перевозбуждения, компенсирует реактивную мощность других потребителей, повышая коэффициент мощности предприятия. Это позволяет снизить плату за электроэнергию и разгрузить линии электропередачи.