

УДК 621.313.126

БЕСЩЕТОЧНАЯ СИСТЕМА ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Курьян К.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент МАЗУРКЕВИЧ В.Н.

Турбогенераторы, гидрогенераторы, дизель-генераторы, синхронные компенсаторы и двигатели, изготавливаемые в настоящее время, оснащаются современными полупроводниковыми системами возбуждения. В этих системах используется принцип выпрямления трехфазного переменного тока повышенной или промышленной частоты возбудителей или напряжения возбуждаемой машины.

Системы возбуждения обеспечивают следующие режимы работы синхронных машин:

- начальное возбуждение;
- холостой ход;
- включение в сеть точной синхронизации или самосинхронизации;
- работу в энергосистеме с допустимыми нагрузками и перегрузками;
- форсировку возбуждения по напряжению, а также по току с заданной кратностью;
- разгрузку по реактивной мощности, развозбуждение при нарушениях в энергосистемах;
- гашение поля генератора в аварийных режимах и при нормальной остановке;
- электрическое торможение агрегата.

По мере роста единичной мощности синхронных генераторов размеры щеточного аппарата ротора стали неприемлемо большими. Число токоподводящих щеток при допустимой плотности тока 8–10 А/мм выросло до 270 и более. Это потребовало увеличение размеров поверхности токосъемных колец и осложнило конструктивное выполнение самих щеток (их охлаждение и пр.). Диаметр и ширина токосъемных колец на роторе превысили предельно допустимые размеры. Для обеспечен необходимой площади контакта необходимо увеличение числа и ширины щеток, что влечет за собой удлинение консольного конца вала (со стороны возбудителя), повышение биения колец, возрастает количество накапливаемой под щетка медной и угольной пыли, что существенно затрудняет эксплуатацию и необходимость остановки генератора для чистки аппарата.

Поэтому были предприняты меры по созданию бесщеточных систем возбуждения. Для этого возбудитель выполняется как обращенный синхронный генератор: обмотки возбуждения генератора располагаются на статоре, а обмотки якоря (фазы переменного тока) – на роторе. Фазные обмотки подключаются к вращающимся выпрямителям, выпрямленный ток подается в обмотки возбуждения турбогенератора непосредственно – соединительные токопроводы располагаются внутри полого ротора.

Подвозбудители обычно представляют собой трехфазные синхронные генераторы. Вал подвозбудителя сочленяется с валом возбудителя торсионной связью, допускающей некоторое взаимное аксиальное смещение.

Силовые вращающиеся твердые выпрямители могут быть неуправляемый (диодными) и управляемыми (тиристорными).

Бесщеточное возбуждение с неуправляемыми диодными выпрямителями довольно просто, но имеют пониженное быстродействие из-за большой постоянной времени обмотки возбуждения возбудителя.

Бесщеточная диодная система возбуждения выполняется двухканальной. В основной канал входит тиристорный преобразователь на оптотиристорах с системой управления, регулятором напряжения и резервным регулятором. В резервный канал входит тиристорный преобразователь с системой управления и резервным регулятором. В АРН реализован ПИД-закон регулирования напряжения статора с компаундированием по реактивному току и со стабилизацией по первой производной тока ротора. Система АРН

обеспечивает поддержание заданного напряжения с точностью не более 1 % относительно установленной статической характеристики.

Кроме того, в СВБД часть функций снята с регулятора и передана микропроцессорной системе управления возбуждением – максимальный ток ротора ограничен с учетом его теплового состояния, а перегрузка по токам статора и ротора ограничена в соответствии с заданными тепловыми характеристиками.

Бесщеточный возбудитель представляет собой синхронный генератор обращенного исполнения, якорь которого с обмоткой переменного тока и диодным выпрямителем жестко соединен с ротором возбужденного турбогенератора. Обмотка возбуждения возбудителя расположена на его статоре. Это позволяет обеспечить возбуждение сверхмощных машин, токи возбуждения которых превышают 5500 А, свойственных системе СТН. Выпрямленное номинальное напряжение составляет до 600 В, а выпрямленный номинальный ток до 7800 А. Система охлаждения вращающегося диодного выпрямителя – естественная воздушная.

По сравнению с обычными генераторами бесщёточный имеет ряд преимуществ:

- нет угольной пыли, являющейся причиной электрических пробоев;
- отсутствие изношенных щеток и проточке коллектора якоря;
- меньшее количество механических конструкций даёт более высокую надежность при минимальных трудозатратах на обслуживание;
- на работу синхронного генератора не влияет климат;
- бесщёточные генераторы просты по конструкции и недороги.

К недостаткам можно отнести то, что данные генераторы могут быть только однофазными и имеют невысокий КПД, что устранимо путем применения системы независимого возбуждения с электронными регуляторами.

Бесщёточные синхронные генераторы в настоящее время активно используются в бензиновых электростанциях, в речных и морских судах – везде, где их применение оправдано требованиями повышенной надёжности и долгого срока эксплуатации.

Литература

1. Васильев, А. А. Электрическая часть станций и подстанций / И. П. Крючков, М. Н. Околович. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
2. Юрганов, А. А. Регулирование возбуждения синхронных генераторов / А. А. Юрганов. – СПб. : Наука, 1996. – 138 с.
3. Кривенков, В. В. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения / В. В. Кривенков. – М. : Энергоиздат, 1981. – 328 с.