

УДК 621.311

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Харунжа Д.А.

Научный руководитель – доцент Бобко Н.Н.

Актуальным решением проблемы экономии энергоресурсов, повышения надежности электроснабжения и качества электроэнергии является сооружение в непосредственной близости от потребителей мини-ТЭЦ, вырабатывающей электрическую и тепловую энергию. Использование мини-ТЭЦ в системе электроснабжения сопровождается необходимостью проведения трудоемких расчетов, необходимых для оценки ее влияния на параметры режима системы. Мини-ТЭЦ, скорость вращения роторов первичных двигателей, которых не превышает 1500 об/мин, комплектуются явнополюсными синхронными генераторами. Загрузка генераторов станции, работающих на распределительную сеть, может изменяться от минимально допустимой до номинальной, при этом напряжение сети также может меняться под действием различных факторов. Изменение условий эксплуатации генераторов влияет на его параметры, что приводит к необходимости учета многих факторов при моделировании переходных и установившихся режимов работы синхронных явнополюсных генераторов.

Модель – некоторый объект, с помощью которого исследуются свойства оригинала и находящегося во взаимозначном соответствии с ним и более доступном для изучения.

Моделирование – исследование свойств объекта методом изучения свойств другого объекта, находящегося в определенном соответствии с первым объектом и более удобным для исследования.

Под моделью понимают некоторые технические устройства, процесс, схемы замещения, мысленные образы, математические формулы.

Модель должна удовлетворять трём условиям:

- достоверно отображать некоторые свойства оригинала, подлежащие изучению;
- должно быть определённое соответствие, т. е. правила, позволяющие осуществить переход от свойств модели к оригиналу и наоборот;
- должна быть наглядной, простой и доступной для изучения.

Виды моделей:

- структурная – показывает структуру объекта и взаимную связь между элементами этого объекта;
- модели прямой аналогии. В них процессы совпадают с процессами оригинала;
- физические модели. Они имеют одну и ту же физическую природу с оригиналом;
- математические модели, которые имеют одинаковое математическое описание с оригиналом. Эти модели бывают аналоговые и цифровые.

Предложена математическая модель явнополюсного синхронного генератора мини-ТЭЦ, основанная на полных уравнениях Парка-Горева, представленных во взаимной системе относительных единиц. Насыщение машины учитывается с помощью метода частичных характеристик намагничивания, позволяющего наиболее точно оценить изменение параметров схемы замещения генератора при отсутствии полных сведений о магнитных свойствах материалов, применяемых при проектировании и изготовлении машины. Реализация математической модели осуществляется в среде Simulink. Применение модели возможно при расчете установившихся и переходных режимов в распределительных сетях, содержащих явнополюсные синхронные генераторы.

Для моделирования синхронных генераторов используется система дифференциальных уравнений Парка-Горева, во взаимной системе относительных единиц.

Учет насыщения позволяет получить более точные значения параметров, характеризующих состояние синхронной машины. Основной проблемой при моделировании синхронного генератора с учетом насыщения является отсутствие информации о магнитных характеристиках применяемых материалов. В [5] проведен анализ кратностей сверхпереходных токов КЗ на выводах генераторов мощностью 0,2–13,5 МВт, в

предшествующем режиме работавших с номинальной загрузкой. Результаты проведенных расчетов показали высокую однородность параметров синхронных машин отечественного и импортного производства, что позволяет сделать вывод о возможности применения общих характеристик намагничивания при расчете переходных процессов и установившихся режимов.

#### Литература

1. Вагин, Г.Я. Концепция применения и основные технические решения типового ряда мини-ТЭЦ / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, Е.Б. Солнцев, А.Г. Воеводин, Е.Н. Соснина, А.М. Мамонов, А.А. Петров // Промышленная энергетика. – 2010. – № 7. – С. 2–6.
2. Шаров, Ю.В. Управление качеством электроэнергии / Ю.В. Шаров, И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов, А.Ю. Воробьев. – М. : ИД МЭИ, 2006. – 320 с.
3. Груздев, И.А. Применение аналоговых вычислительных машин в энергетических системах. Методы исследования переходных процессов / И.А. Груздев, К.П. Кадомская, Л.А. Кучумов, Я.Н. Лугинский, М.Г. Портной, Н.И. Соколов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1970. – 400 с.
4. Иванов-Смоленский, А.В. Электрические машины: учебник для вузов. В 2 т. Том 2. / А.В. Иванов-Смоленский. – М. : Издательский дом МЭИ, 2006. – 532 с.
5. Самойленко, В.О. Особенности отключения токов коротких замыканий генераторов малой мощности / В.О. Самойленко, О.Л. Коркунова, А.В. Паздерин, Н.Н. Новиков // Релейщик. – 2014. – № 4 (20). – С. 26–31.