

## **ВЕТРОТУРБИНА С АСИНХРОННЫМ ГЕНЕРАТОРОМ**

**Марков В.С., Поляков И.В.**

*Национальный технический университет  
“Харьковский политехнический институт”,  
г. Харьков*

Ветрогенератор с асинхронным генератором в составе ветродизельной системы в изолированной электрической сети работает на острове Сейнт Пол, штат Аляска, США с 1999 года. Данная система использует синхронную машину напряжением 480 В, полной мощностью 300 кВА, асинхронный генератор 480 В, 275 кВА, потребительская нагрузка 50 кВт и переменная вторичная нагрузка, изменяющаяся от 0 до 446,25 кВт.

При малых скоростях ветра асинхронный генератор и дизель-синхронный генератор вместе питают нагрузку. Когда энергия ветра превосходит мощность нагрузки, становится возможным выключить дизель-генератор. Вторичная нагрузка используется для регулирования частоты системы, поглощая избыточную энергию ветра.

В компьютерной модели этой системы блок вторичной нагрузки состоит из восьми наборов трехфазных резисторов соединенных последовательно с ГТО тиристорными ключами. Номинальная мощность каждого набора подчиняется бинарной прогрессии таким образом, что нагрузка может изменяться от 0 до 446,25 кВт с шагом 1,75 кВт. ГТО тиристоры моделируются идеальными ключами.

Регулятор частоты использует стандартную систему частотно-фазовой автоматической подстройки для измерения частоты сети. Измеряемая частота сравнивается с заданной частотой 60 Гц и при этом определяется ошибка по частоте. Эта ошибка интегрируется для вычисления фазовой ошибки. Фазовая ошибка потом используется ПИД-регулятором для получения сигнала выхода, представляющего требуемую мощность вторичной нагрузки. Аналоговый сигнал преобразуется в восьмибитный цифровой сигнал, контролирующий переключение трехфазных резисторов вторичной обмотки. Для того, чтобы уменьшить колебания напряжения, переключения производятся при пересечении синусоиды напряжения с горизонтальной осью.

Скорость ветра для данного компьютерной модели выбирается 10 м/с, что позволяет ветротурбине производить достаточно мощности, чтобы питать нагрузку. Дизель-генератор (не моделируется) и синхронная машина работает как синхронный компенсатор. Демо-файл иллюстрирует динамические процессы в системе регулирования частоты, когда включена дополнительная потребительская нагрузка 25 кВт. В соответствии с характеристиками турбины, для скорости ветра 10 м/с, выходная мощность турбины 206 кВт.