

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВКОЙ НА ЭФФЕКТЕ МАГНУСА С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ

Лукин А.Е. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н, доцент Демидова Г.Л.
(Университет ИТМО)

В рамках данной работы были рассмотрены различные методы решения задачи поиска точки максимальной мощности для экспериментальной ветроэнергоустановки на основе эффекта Магнуса. Продемонстрированы результаты моделирования и дана оценка рассмотренным алгоритмам.

Введение. Эффект Магнуса заключается в возникновении подъемной силы при обтекании сферического или цилиндрического вращающегося тела потоком газа или жидкости. Направление подъемной силы (или силы Магнуса) при этом перпендикулярно направлению потока, следовательно, цилиндрический ротор в движущейся газовой среде является аналогом жесткого крыла. Как элемент систем на основе возобновляемой энергии, ветряные турбины на основе эффекта Магнуса представляют совершенно новый подход к производству энергии. Такие системы могут использоваться в отдаленных изолированных районах в виде компактных портативных ветрогенераторов, обеспечивающих устойчивую генерацию энергии при скоростях ветра от 2 м/с. В данной работе представлен обзор методов управления ВЭУ Магнуса, а также результаты моделирования и анализа различных подходов.

Основная часть. В ходе работы были рассмотрены различные алгоритмы поиска точки максимальной мощности, применяемые в области ветроэнергетики. Исследование показало высокую эффективность алгоритмов поиска, основанных на восхождении к вершине (Hill Climb Search, HCS), при работе с ветротурбинами малого размера. В результате анализа литературы было выявлено три алгоритма, разработанных для ветроэнергоустановок (ВЭУ) на основе эффекта Магнуса. Анализ эффективности рассмотренных алгоритмов проводился с помощью аэродинамической модели ВЭУ, основанной на теории момента элемента лопасти (Blade Element Momentum). На основе данной теории рассчитывается количество кинетической энергии, извлекаемой ветроколесом определенного радиуса из движущейся массы воздуха при заданной скорости ветра. В ходе работы было выполнено три серии моделирования. Первая серия проводилась для изучения выработки мощности МВЭУ с цилиндром, работающим на максимальной скорости. Скорость ветра была установлена равной 3 м/с, так как она близка к теоретическому значению, при котором МВЭУ становится эффективным с точки зрения полезной выработки электроэнергии. При первом моделировании скорость цилиндра постепенно увеличивалась от 0 до 614 рад/с, имитируя ускорение из режима ожидания. Вторая серия экспериментального моделирования была направлена на оценку эффективности алгоритмов при постоянной скорости ветра с целью численного анализа и отбора оптимального алгоритма. В рамках третьей серии моделирования проводился анализ эффективности рассмотренного алгоритма при работе ВЭУ в условиях переменного ветра.

Выводы. Проведенное моделирование подтвердило эффективность алгоритма поиска точки максимальной мощности восхождением к вершине с кратным шагом как при постоянной, так и при переменной скорости ветра. Рассмотренный метод обладает хорошим временем сходимости и позволяет добиться стабильной генерации энергии при скоростях ветра от 2 до 10 м/с.

Лукин А.Е. (автор)

Демидова Г.Л. (научный руководитель)