

Динамическая модель малогабаритной двухпропеллерной ветроустановки

Климина Л.А., к.ф.-м.н., с.н.с. НИИ механики МГУ
klimina@imec.msu.ru

Одним из наиболее перспективных направлений развития современной ветроэнергетики является оптимизация малогабаритных ветроэнергетических установок (ВЭУ), предназначенных для обеспечения электроэнергией потребителей локальных сетей. Возможные области применения таких ВЭУ: индивидуальные хозяйства, коттеджи, экспедиции. Оптимизация таких систем должна учитывать переменное внешнее сопротивление в цепи генератора ВЭУ. Однако, большинство работ в этой области при очень высокой точности описания аэродинамики не учитывают в модели возможность варьирования электрической нагрузки и, соответственно, не содержат результатов о перестройке режимов функционирования ВЭУ при изменении числа потребителей. Относительно недавно в НИИ механики МГУ были разработаны и исследованы новые замкнутые математические модели малогабаритных ВЭУ [1-3], учитывающие изменение электрической нагрузки. Это позволило описать такие значимые и известные из практики эффекты, как гистерезис величины мощности ВЭУ в зависимости от увеличения/уменьшения внешней электрической нагрузки, а также выявить различные типы бифуркаций в соответствующих динамических системах.

В настоящей работе подход [1-3] развивается для описания более сложной системы. Рассматривается достаточно новое направление оптимизации малогабаритной ВЭУ: использование в конструкции двух пропеллеров. Форма лопастей пропеллеров такова, что в отсутствии электрической нагрузки пропеллеры вращаются в противоположных направлениях с одинаковыми угловыми скоростями. На оси одного из пропеллеров установлен ротор электрогенератора, на оси другого пропеллера – статор электрогенератора (для снятия тока используются скользящие контакты). Генератор установки подключен к локальной внешней цепи, внешнее сопротивление в которой является одним из варьируемых параметров модели.

Изучены установившиеся режимы работы установки и области их притяжения в зависимости от внешнего сопротивления в цепи генератора, скорости ветра и других параметров модели. Проведено сравнение свойств рабочих режимов двухпропеллерной и классической (однопропеллерной) ветротурбины. Построены бифуркационные диаграммы, описывающие зависимость мощности на рабочем режиме ВЭУ от коэффициента внешней электрической нагрузки, описаны эффекты гистерезиса. Для диапазона значений внешней нагрузки, где у системы существует несколько притягивающих установившихся режимов движения, предложена стратегия управления для перехода на режим с наибольшим значением мощности.

В дальнейшем планируется продолжать данную работу: исследовать подобными методами системы преобразования энергии, функционирующие на границах двух сред, в том числе перемещающиеся вдоль границы сред за счет энергии, вырабатываемой ВЭУ.

Литература:

1. Досаев М.З., Линь Ч.-Х., Лю В.-Л., Самсонов В.А., Селюцкий Ю.Д. Качественный анализ стационарных режимов малых ветровых электростанций, Прикладная математика и механика, 2009, т. 73, № 3. С. 368–374.
2. Досаев М. З., Самсонов В. А., Селюцкий Ю. Д. О динамике малой ветроэлектростанции, Доклады Академии наук, 2007. т. 416, № 1. С. 50–53.
3. Досаев М.З., Самсонов В.А., Селюцкий Ю.Д., Лю В.-Л., Линь Ч.-Х. Бифуркации режимов функционирования малых ветроэлектростанций и оптимизация их характеристик // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2009. № 2. С. 59–66.

