

УДК 621.165.002.5

Т.А.Александрова, С.А.Галкин, Р.Д.Павлов (3 курс, СПГГИ(ТУ)),  
О.В.Суслова, к.т.н., доц. СПИМаш

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ, РАБОТАЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В настоящее время во многих странах большое внимание уделяется развитию возобновляемых источников энергии, в том числе и ветроэнергетике. В Западной Европе функционирует много ветроэнергетических установок (ВЭУ), мощности которых составляют 100–200 кВт. Во Франции, Дании, США, Канаде действуют ВЭУ с номинальными мощностями свыше 1 МВт. Установки мегаваттного класса достаточно громоздки, их проектирование и сооружение требует значительных материальных затрат.

В нашей стране особый интерес проявляется к ветроустановкам малой и средней мощности. Они могут быть использованы в населенных пунктах, где отсутствует система централизованного энергоснабжения, а среднегодовые скорости ветра достаточно велики. По данным [1, 2], ВЭУ эффективно работают в таких местах, где среднегодовая скорость ветра выше 3,5–4 м/с для небольших установок и выше 6 м/с для установок большой мощности. Зоны, где скорость ветра превышает 6 м/с, расположены в основном на Крайнем Севере, вдоль берегов Ледовитого океана. Таким образом, в условиях Крайнего Севера, где затруднена подача энергии в других формах, а также в целях экономии дизельного топлива ветроэлектрические станции большой и средней мощности можно выгодно использовать для снабжения электроэнергией промышленных установок и жилых объектов.

Одной из основных проблем ветроэнергетики остается создание экономичных, надежно работающих в автоматическом режиме, простых в обслуживании ВЭУ, вырабатывающих качественную электроэнергию.

В условиях меняющейся скорости ветра в целях наиболее полного использования мощности ветрового потока, а также для получения качественной электроэнергии для ВЭУ, которые оборудованы синхронными или асинхронными генераторами, непосредственно подключенными к энергосистеме, необходимо регулировать частоту вращения ветроколеса. Для стабилизации частоты вращения вала генератора создаются достаточно дорогостоящие системы регулирования аэродинамики ветроколеса.

Для решения данной задачи можно применять ВЭУ с преобразователем частоты (ПЧ) со звеном постоянного тока, имеющую следующую структуру [3]: неуправляемый (или управляемый) выпрямитель со стороны генератора; инвертор, ведомый сетью, со стороны сети или автономный инвертор. В этом случае частота вращения вала генератора не связана жестко с частотой напряжения в энергосистеме и может быть выбрана из соображений оптимизации отбора мощности от ветрового потока. Такие системы характеризуются наличием высших гармоник в выходном напряжении, что отрицательно сказывается на качестве электроэнергии. Для достижения номинального содержания высших гармонических составляющих напряжения необходимо устанавливать фильтры на выходе преобразователя, либо повышать фазность схемы.

Для целей стабилизации скорости вала синхронного генератора и регулирования мощности предлагается использовать ВЭУ [4], содержащую зубчатую дифференциальную передачу (ДП) и две электрических машины. Одно из звеньев ДП присоединено к ветродвигателю, второе звено – к генератору переменного тока, третье звено – к электрической машине, якорь которой электрически связан с якорем второй электрической

машины. Вторая электрическая машина связана с валом синхронного генератора и имеет дополнительную обмотку возбуждения, питающуюся от усилительного устройства, присоединенного к регулятору. На регулятор подаются сигналы от сумматора и формирователя скорости, который имеет нелинейную характеристику. ВЭУ также содержит датчик активной мощности нагрузки, задатчик активной мощности, датчик частоты вращения, расположенный на валу ветроколеса.

С целью обеспечения стабилизации частоты вращения синхронного генератора в систему дополнительно введен задатчик частоты вращения, подключенный к одному из входов второго сумматора. Другой вход этого сумматора присоединен к датчику частоты вращения, а выход сумматора через нелинейный блок подключен к регулятору. Стабилизация скорости происходит с помощью регулятора, который изменяет ток обмотки второй электрической машины, в результате чего изменяется напряжение на якоре и частота вращения электрической машины до нужной величины. Нелинейный блок имеет V-образную характеристику. Чем больше степень отклонения частоты вращения ветроколеса от заданного значения, тем круче наклон кривой, и, следовательно, интенсивнее действие системы регулирования.

Активная мощность устанавливается с помощью соответствующего задатчика и поддерживается в результате сравнения уровня сигнала от датчика активной мощности с уровнем сигнала на выходе задатчика активной мощности. Разность сигналов изменяет ток в обмотке возбуждения, в результате чего изменяется ток в якорной цепи электрических машин, и соответственно, опорный момент в зубчатой дифференциальной передаче.

Данная система может найти применение в автоматизированных ветроэнергетических станциях средней и большой мощностей. Она позволяет поддерживать частоту вращения генератора, подключенного непосредственно к энергосистеме, в условиях переменной скорости ветра.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Безруких П.П. Экономические проблемы нетрадиционной энергетики / Энергия: Экон., техн., экол. 1995. № 8.
2. Богуславский Э.И., Виссарионов В.И., Елистратов В.В., Кузнецов М.В. Условия эффективности и комплексного использования геотермальной солнечной и ветровой энергии // Международный симпозиум "Топливо-энергетические ресурсы России и др. стран СНГ". Санкт-Петербург, 1995.
3. Дьяков А.Ф., Пермяков Д.М., Шакарян Ю.Г. Ветроэнергетика России: состояние и перспективы развития, М.: МЭИ, 1996. 219 с.
4. Ветроэлектрическая установка. Патент № 2210854. Оpubл. в Б.И. № 23 20.08.2003. Балыбердин Л.Л., Галанов В.И., Волосенко А.В., Евстратов Р.В., Куценко Б.Н. и др.