

## ПОВЫШЕНИЕ ЕДИНИЧНОЙ МОЩНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЭУ С АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ МУЛЬТИПЛИКАЦИЕЙ

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Разработанные СКБ «Конкорд» (г. Днепропетровск) ВЭУ турбогенераторного типа ТГ-750, ТГ-1000 имеют ряд основных преимуществ перед классическими схемами за счет расположения индукторных генераторов на плоскостях ветроколеса.

Основные из них следующие:

1) в схеме преобразования отсутствует механический мультипликатор. В ВЭУ осуществляется аэродинамическая мультипликация, что обеспечивает работу генераторов на промышленную сеть без преобразователя в широком диапазоне скоростей ветрового потока с переменной скоростью вращения лопастей [1,2].

2) расположение генераторов на лопастях ВЭУ существенно увеличивает момент инерции ветрового колеса по отношению к моменту инерции ротора генератора, что уменьшает толчки генерируемой мощности при резких изменениях скорости ветрового потока [1].

Вместе с тем, разработанной ВЭУ с аэродинамической мультипликацией (ВЭУАМ) присущи и серьезные недостатки:

1) поскольку генератор ВЭУ работает на промышленной частоте, то с увеличением мощности ВЭУАМ увеличивается масса генераторов, что вызывает определенные трудности в обеспечении механической прочности ветроколеса;

2) отбор мощности при малых скоростях ветрового потока (менее 5 м/с) требует установки преобразователей с установленной мощностью примерно 20% от номинальной мощности установки;

3) для синхронизации генераторов ВЭУАМ с сетью требуется источник синхронизирующей мощности, что требует установки дизель - генераторов или согласующего преобразователя на полную мощность ВЭУ при её работе в автономном режиме.

Указанные недостатки существенно снижают эффективность использования и затрудняют решение проблемы увеличения единичной мощности ВЭУАМ.

**МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Ниже изложены возможные пути решения проблемы повышения единичной мощности и эффективности ВЭУАМ за счет рационального выбора параметров оборудования.

Основными параметрами, определяющими массогабаритные показатели при генерации, являются напряжение и частота, которые связаны со способом передачи энергии и назначением ВЭУ.

Для созданных ВЭУАМ типа ТГ-750 и ТГ-1000 использованы напряжения 0,4 и 0,66 кВ при частоте 50 Гц. Указанный выбор параметров по замыслу разработчиков обеспечивал минимальную стоимость ВЭУАМ, т.к. генерация в сеть происходит без преобразователя частоты.

Это свойство ВЭУАМ имея серьезные преимущества при построении ВЭУ относительно малой мощности до 1000 кВА, встречает определенные трудности при попытке увеличения единичной мощности ВЭУАМ.

Использование высокочастотных генераторов для построения ВЭУ автоматически приводит к использованию преобразователей частоты (ПЧ) и, соответственно, к снижению к.п.д. установки.

Используемый в ВЭУАМ тип ТГ-1000 индукторный генератор типа СГИ-350 мощностью 350 кВт имеет к.п.д. 0,945%. Проведенные расчеты высокочастотного генератора (125 Гц) с совмещенными обмотками возбуждения и статора [3, 4] показали, что при сохранении внешнего диаметра вес активной части генератора снижается практически в 2 раза, а к.п.д. возрастает до 0,98%. Указанные расчеты позволяют считать, что в имеющемся габарите при сохранении массы генератора СГИ-350 возможно увеличение мощности ВЭУАМ до 2000 кВт при сохранении к.п.д. на уровне 0,98%.

Современные преобразователи частоты мощностью более 1000 кВт имеют высокий к.п.д. на уровне 0,985÷0,99%, что при повышении к.п.д. высокочастотного генератора позволяет иметь более высокий к.п.д. чем ВЭУАМ на промышленной частоте.

При работе на мощную сеть целесообразно использовать в составе преобразователя частоты, ведомый сетью инвертор, обладающий высоким к.п.д. и сравнительно меньшей стоимостью. Известные недостатки такого инвертора сравнительно просто устраняются применением (12,18,24 фазного инвертирования), что позволяет довести уровень гармоник до требований стандарта.

А свойство ВЭУАМ работать с постоянной частотой вращения генераторов в широком диапазоне изменения скоростей ветрового потока [1, 2] позволяет иметь постоянное напряжение на входе инвертора, а следовательно работать с минимальным углом опережения инвертора. Коэффициент мощности на уровне 0,85÷0,95. Компенсация реактивной мощности возможна установкой регулируемых конденсаторных батарей.

Увеличение мощности ВЭУ сопряжено с увеличением токовых нагрузок, а следовательно со стоимостью и увеличением потерь. Снижение токовых нагрузок возможно увеличением уровня генерируемого напряжения генераторов, что приводит к увеличению их стоимости.

Наличие трех генераторов в ВЭУАМ позволяет сохраняя стандартный ряд напряжений (0,4;0,6 кВ) повысить напряжение за счет последовательного соединения выпрямителей, что позволяет получить ряд напряжений (1,5;3,0 кВ) в звене постоянного тока, сохраняя при этом неизменную токовую нагрузку внешних кабелей, что приводит к повышению к.п.д. установок в целом.

Использование преобразователей частоты как согласующего устройства позволяет реализовать работу ВЭУАМ при скоростях ветрового потока менее 5 м/с повышая её эффективность.

В [2] было показано, что наиболее рационально снижение частоты вращения генераторов примерно в двое. Выходное напряжение при этом снижается в два раза. Для сохранения высокого коэффициента мощности достаточно использовать схемы инвертирования позволяющие производить переключения схем соединения последовательных мостов на параллельное.

**ВЫВОДЫ.** Повышение частоты индукторных генераторов и повышение уровня напряжения в ПЧ позволяет повысить мощность ВЭУАМ в единице без существенного увеличения массы генераторов с более высоким к.п.д., что в перспективе открывает возможность создания ВЭУАМ мощностью до 2÷5 мВт с высокой эффективностью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голубенко Н.С. Аэродинамические особенности безмультипликаторной турбогенераторной схемы ветроэлектрической установки большой мощности. / Голубенко Н. .С – Материалы IV международной научной конференции «Нетрадиционная энергетика XXI века». – 2003 - с.115 - 132.

2. Голубенко Н. С. Моделирование электромеханической системы ветроэлектрической установки с аэродинамической мультипликацией в режиме стабилизации скорости ветровой турбины.// Голубенко Н.С., Андриенко П.Д., Немудрый И.Ю., Алексеевский Д.Г./ Электротехника и электроэнергетика. – 2011 - №1 – с.70-74.

3. Луцік В.Д. Індукторні генератори з сумісними обмотками.// Луцік В.Д./ Вісник СевНТУ – 2011.-№10.

4. Андриенко П.Д. / Использование высокочастотных генераторов для увеличения единичной мощности ВЭУ с аэродинамической мультипликацией./ Электротехника и компьютерные системы. – 2013. - №10.