

УДК 620.9(075.8)

ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ДОМА

Удалов С.Н., Захаров А.А.

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

В статье рассмотрены различные системы электроснабжения для автономных домов с использованием возобновляемых источников энергии.

Изменение погодных условий очень сильно влияет на генерируемую мощность, поэтому желательно устанавливать несколько источников возобновляемой энергии, так как они будут дополнять друг друга. Генерация электрической энергии возобновляемыми источниками характеризуется непостоянством мощности во времени, причём график изменения этой мощности может не совпадать с графиком её потребления. Эта проблема решается путём установки в систему аккумуляторных батарей и генератора на невозобновляемом органическом топливе. Аккумуляторы будут накапливать энергию и выдавать её в нужное время. Ёмкость аккумуляторных батарей рассчитывается таким образом, чтобы коттедж мог получать электрическую энергию баз подзарядки, в экономичном режиме не менее трех суток. Существует множество видов аккумуляторов, но для гибридной системы самыми лучшими являются литий-ионные, единственный минус этих аккумуляторов является их цена. Для нормальной работы аккумуляторов необходимо создать оптимальные условия, например, при низкой температуре аккумуляторы быстро разряжаются, следовательно, их необходимо поместить в специальное помещение, в котором будет поддерживаться нужный уровень температуры. Глубина разряда – параметр аккумулятора, который необходимо соблюдать для нормальной эксплуатации, иначе аккумулятор выйдет из строя раньше времени. Вручную контролировать процесс разряда и заряда невозможно, для управления этими процессами ставится контроллер заряда. Он отвечает за контроль разряда и заряда аккумулятора от источников, а также за вводимое на аккумуляторы напряжение.

Гибридная система электроснабжения автономного дома должна иметь в своём составе, как минимум три независимых источника электроэнергии: ветроэнергетическую установку (ВЭУ), фотоэлектрические панели (ФЭП) и дизельгенератор (ДГ). ДГ включается тогда, когда накопленной мощности в аккумуляторе не хватает для обеспечения нагрузки. Также, чтобы он работал с максимальным КПД, во время вынужденной работы генератора можно заряжать аккумуляторные батареи. При выборе ДГ необходимо учесть, чтобы он был с электростартером, для его автоматического запуска по команде контроллера. Если вырабатываемая мощность окажется выше, чем потребляемая, а аккумулятор заряжен до максимума, излишнюю энергию можно использовать для электрического подогрева воды в баке-накопителе, которая дальше идет на теплоснабжение.

Система электроснабжения может быть выполнена по однофазной схеме (рис. 1) или трёхфазной. Как правило, ВЭУ и ФЭП генерируют энергию постоянного тока на одном напряжении и через контроллер заряда заряжают аккумуляторные батареи. В периоды максимальных нагрузок, когда глубина разрядки аккумуляторов достигает предельного значения, автоматически должен запускаться дизельгенератор и обеспечить бесперебойное электроснабжение электроприёмников. Для преобразования постоянного тока в переменный в системе предусмотрен инвертор. В последнее время появились приборы бытового назначения на постоянном токе. Это позволяет снизить потери энергии в инверторе, так как часть энергии не требует преобразования в переменный ток.

В целях повышения энергоэффективности в автономных ресурсосберегающих домах электрическое освещение рекомендуется выполнять светодиодными лампами, которые должны в скором времени вытеснить лампы накаливания и люминесцентные лампы. Источником света в таких лампах является белый светодиод. Повышенный срок эксплуатации, отсутствие ультрафиолетового излучения, экономия электроэнергии (энергопотребление светодиодных ламп в 5 раз ниже по сравнению с энергосберегающими источниками света), безопасность для окружающей среды, отсутствие мерцания – вот основные преимущества светодиодных ламп дневного света перед обычными источниками света. Энергоёмкие бытовые приборы: холодильник, стиральная и посудомоечная машины необходимо использовать с маркировкой ААА, которые сделаны с использованием энергосберегающих технологий и имеют низкое электропотребление [1].

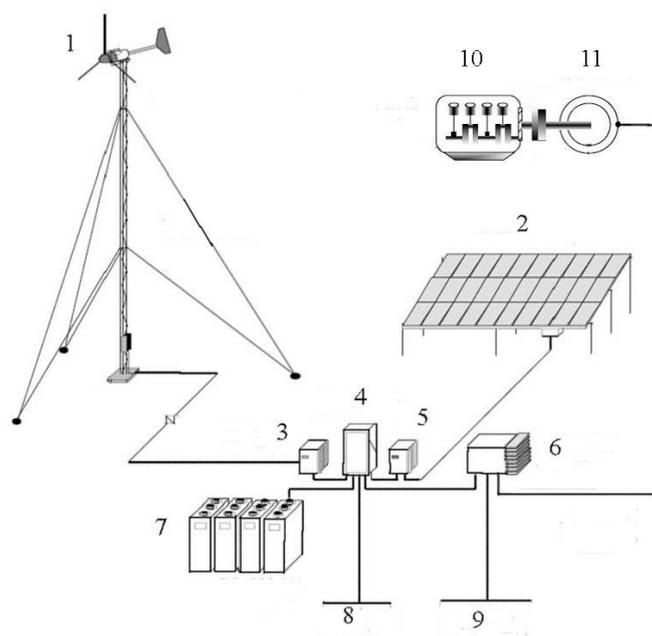


Рис. 1. Гибридная система электроснабжения автономного ресурсосберегающего дома: 1 – ветроэнергетическая установка; 2 – фотоэлектрическая панель (ФЭП); 3 – контроллер ВЭУ; 4 – центральный пункт постоянного тока; 5 – контроллер ФЭП; 6 – инвертор; 7 – банк аккумуляторов; 8 – распределительный пункт постоянного тока; 9 – распределительный пункт переменного тока; 10 – дизель; 11 – генератор.

На рис. 2 представлена принципиальная схема электроснабжения автономного дома, которая является практической реализацией блок-схемы, изображённой на рисунке 1. Условно схему можно представить в виде трёх подсхем [2]:

1. генерация;
2. преобразование и распределения электроэнергии;
3. аккумулярование энергии (отложенный спрос).

Совместная работа этих подсхем должна быть согласована с помощью алгоритма системы управления. Для этого необходимо разработать стратегию управления и структуру централизованного, децентрализованного или смешанного типа системы управления. При сопряжении генерирующих устройств для работы в составе единой автономной системе могут быть использованы различные варианты схем, которые представлены на рис. 3 – 6.

В схеме (рис. 3) ВЭУ и ДГ генерируют переменный ток и подключены непосредственно к потребителям. Следовательно на выходе этих генераторов должна под-

держиваться частота 50 Гц. ФЭП не имеют непосредственного контакта с потребителями и соединены с ними через контроллер заряда и инвертор. Для согласования выработки и потребления мощности в схеме предусматривают балластные резисторы, выделяемое тепло на которых может быть использовано для нагрева воды (рис. 2).

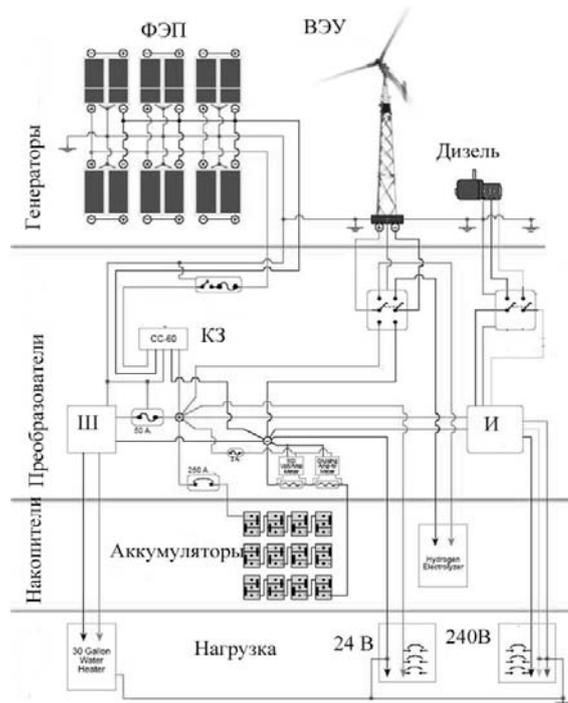


Рис. 2. Принципиальная схема электроснабжения автономного дома:
КЗ – контроллер заряда; Ш – электронагреватель; И – инвертор.

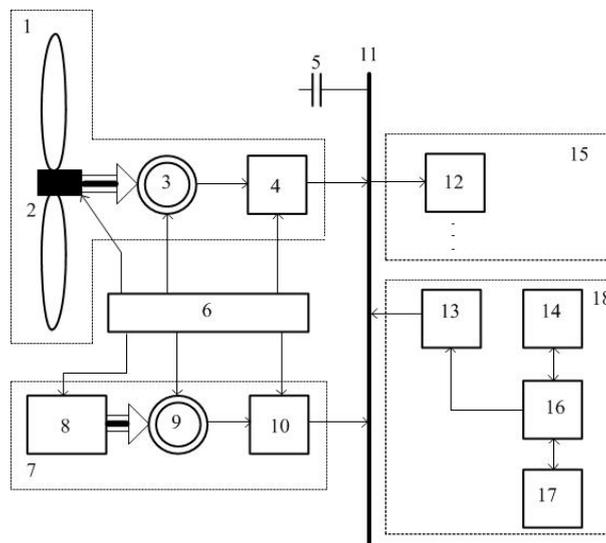


Рис. 3. Блок-схема гибридной системы электроснабжения при подключении ВЭУ и ДГ непосредственно к распределительной сети автономного дома: 1 – ВЭУ; 2 – ветротурбина; 3, 9 – электрический генератор; 4, 10 – устройства плавного пуска; 5 – конденсатор; 6 – система управления; 7 – ДГ; 8 – дизельный мотор; 11 – распределительная сеть 240 В (380 В); 12 – потребители электроэнергии; 13 – инвертор; 14 – ФЭП; 15 – объект электроснабжения; 16 – контроллер заряда; 17 – аккумуляторные батареи.

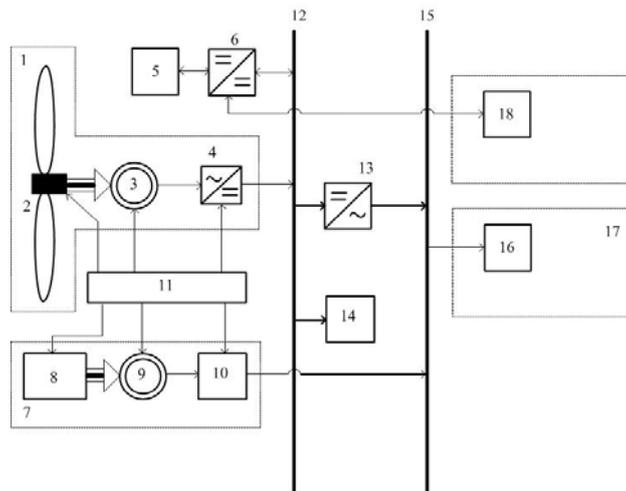


Рис. 4. Блок-схема гибридной системы электроснабжения при подключении ВЭУ и ДГ к промежуточной шине постоянного тока: 1 – ВЭУ; 2 – ветротурбина; 3, 9 – электрический генератор; 4, 10 – выпрямитель; 5 – аккумуляторные батареи; 6 – конвертор ДС – ДС; 7 – ДГ; 8 – дизельный мотор; 11 – система управления; 12 – шина постоянного напряжения; 13 – инвертор; 14 – потребители электроэнергии постоянного тока ; 15 – распределительная сеть 240 В (380 В); 16 – потребители электроэнергии переменного тока; 17 – объект электроснабжения; 18 – ФЭП.

Схема (рис. 4) принципиально отличается от предыдущей (рис. 3) наличием шины постоянного тока. Между потребителями и генерирующими устройствами имеется вставка постоянного тока. Наличие шины 12 позволяет перевести и подключить часть потребителей на постоянном токе к этой сети и тем самым снизить потери электроэнергии. В инверторе, при преобразовании в переменный ток промышленной частоты, возникают потери, которые составляют от 8 до 10% от преобразуемой мощности.

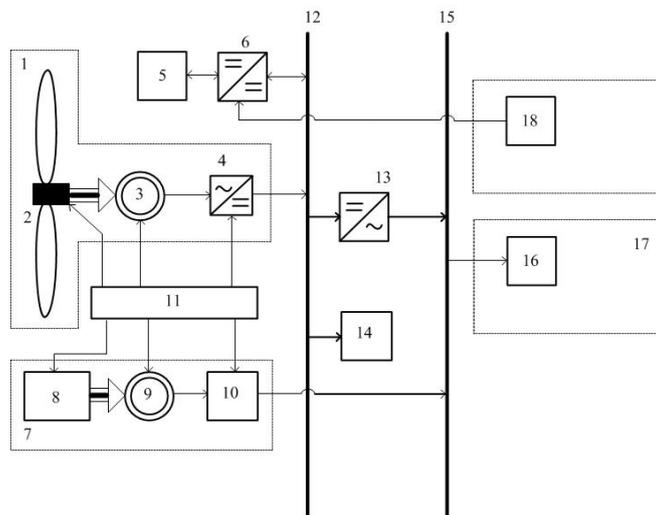


Рис. 5. Блок-схема гибридной системы электроснабжения при подключении ВЭУ к промежуточной шине постоянного тока и ДГ к шине переменного тока: 1 – ВЭУ; 2 – ветротурбина; 3, 9 – электрический генератор; 4, 10 – выпрямитель; 5 – аккумуляторные батареи; 6 – конвертор ДС – ДС; 7 – ДГ; 8 – дизельный мотор; 11 – система управления; 12 – шина постоянного напряжения; 13 – инвертор; 14 – потребители электроэнергии постоянного тока ; 15 – распределительная сеть 240 В (380 В); 16 – потребители электроэнергии переменного тока; 17 – объект электроснабжения; 18 – ФЭП.

Схема, изображённая на рис. 5, получила наибольшее распространение. Здесь, ДГ подключён к шине переменного тока, непосредственно к распределительной сети объекта, а ВЭУ к промежуточной шине постоянного тока. По сравнению с предыдущей схемой (рис. 4) дизельный генератор связан напрямую с нагрузкой и может заряжать аккумуляторные батареи через преобразователь 13 в случае длительного отсутствия ветра и пасмурной погоды. Преимущество данной схемы состоит в том, что мощность дизеля не претерпевает преобразования и это позволяет уменьшить существенно потери мощности и энергии в инверторе.

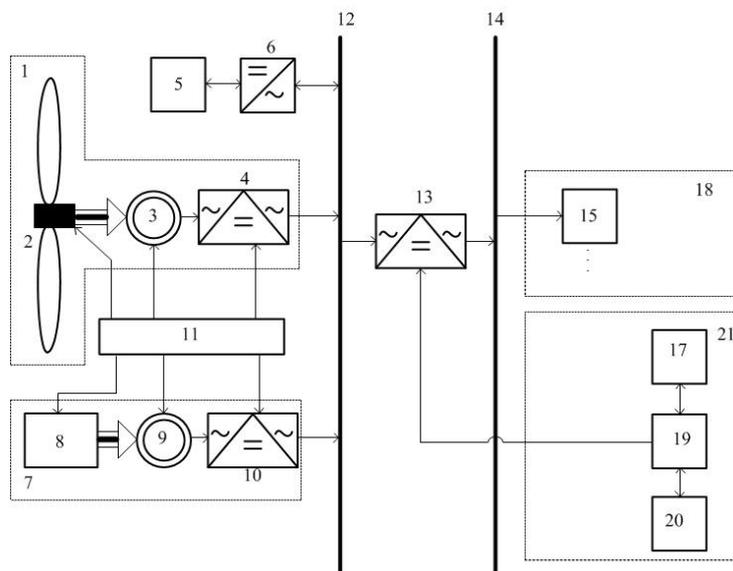


Рис. 6. Блок-схема гибридной системы электроснабжения при подключении ВЭУ и ДГ к промежуточной шине высокочастотного тока: 1 – ВЭУ; 2 – ветротурбина; 3, 9 – электрический генератор; 4, 10 – конверторы переменного тока низкой частоты в высокочастотный; 5, 20 – аккумуляторные батареи; 6 – инвертор; 7 – ДГ; 8 – дизельный мотор; 11 – система управления; 12 – шина напряжения высокой частоты; 13 – инвертор; 14 – распределительная сеть 240 В (380 В); 15 – потребители электроэнергии переменного тока; 17 – ФЭП; 18 – объект электроснабжения; 19 – контроллер заряда.

В схеме (рис. 6) используется высокочастотная шина и это позволяет уменьшить массогабаритные размеры преобразовательной техники при сохранении структуры системы.

Учитывая высокую рассредоточенность и близость ВИЭ к потребителям, а также возможность аккумулирования энергии, особенно привлекательным становится электроснабжение на основе возобновляемой энергетики небольших объектов. К примеру для обеспечения электрической энергии дома площадью 160 м², достаточно поставить систему, в состав которой входят: фотоэлектрические панели мощностью 1 кВт, ветроэнергетическая установка мощностью 1,5-2 кВт, дизель генератор 4-5 кВт, инвертор на 2-4 кВт и 6 – 8 литий-ионных аккумуляторов емкостью 185 А/ч каждый.

Литература

1. Удалов С. Н. Возобновляемые источники энергии. Учебник/С.Н.Удалов.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013.-459 с.
2. Solar Home [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.solarhome.ru>. – Загл. с экрана.
3. Home Power [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.homepower>. – Загл. с экрана.