

УДК 621.3

ГИБРИДНЫЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Воробьев Г.Г.

Научный руководитель - к.т.н., доцент Петруша Ю.С.

Введение

На сегодняшний день в мире более 60-70% всей потребляемой человеком энергии приходится на долю органического топлива. Однако этот ресурс рано или поздно закончится. Это говорит о необходимости принятия определенных мер для существенных структурных изменений в ресурсной основе всего мирового энергетического сектора. Эффективный способ перехода от традиционной энергосистемы к энергобалансу с высокой долей возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – гибридные системы генерации, основанные на использовании преимуществ традиционных и альтернативных источников энергии.

Выработки энергии ВИЭ зависит от времени года и погодных условий, что обуславливает проблемы со стабильностью энергообеспечения. В последние годы предложено достаточное большое количество разработок, позволяющих обеспечивать устойчивое энергоснабжение объектов с помощью гибридных энергетических систем на основе ВИЭ. Гибридные энергосистемы объединяют несколько возобновляемых энергетических источников: солнечные батареи, ветряные электроустановки, мини-ГЭС, источники на органическом топливе (дизель-генераторы) и др [1, с.215]. Эти источники энергии дополняют друг друга с целью обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей вне зависимости от погодных условий и времени года. Эта концепция получила наиболее широкое распространение применительно к энергообеспечению удаленных объектов малой мощности, например, базовых станций сотовой связи, гидрометеорологических станций.

Базовая станция сотовой связи

Для примера рассмотрим базовую станцию сотовой связи в селе Молдавановка. В августе 2004 года для обеспечения покрытия сети «Билайн» на оживлённом участке федеральной трассы Краснодар–Сочи, проходящем через поселок Молдавановка, была выведена в эфир первая базовая станция, работающая на солнечной энергии, «ветряках» и дизеле. Новая базовая станция стала первым подобным проектом в России и в Европе. Горный перевал в районе Молдавановки — это достаточно сложный участок для обеспечения качественного покрытия. Первым этапом была аналитика по возможному месту установки станции. После расчётов одной из предложенных позиций под базовую станцию стала площадка на высоте 711 метров на горе Чубатая. Класть туда кабель питания было очень дорого, да и непонятно, как этот кабель потом обслуживать в условиях постоянных камнепадов, сложного доступа к нему и практической незащищённости от внешних воздействий. В итоге было решено заменить его альтернативной системой электропитания, в которой основным источником энергии выступает солнце. Станция с использованием

альтернативной солнечной энергии состоит из 6 основных элементов: ветрогенератора, дизель-генератора, аккумуляторных батарей, солнечных батарей, энергоблока и собственно базовой станции. Станция на Молдавановке наиболее технологична: здесь установлен специальный ветрогенератор. Он поставляет энергоблоку питание в ветреную погоду, затем энергоблок питает саму станцию. БС постоянно подпитывается энергией: в случае безветренной погоды энергию поставляет 7 солнечных батарей. Если нет ни солнца, ни ветра, станция питается от дизель-генератора или аккумуляторных батарей (заряда которых хватает на четверо суток непрерывной работы) [5, с.2].



Рисунок 1. Базовая станция сотовой связи в селе Молдавановка

Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) - важнейшая характеристика эффективности работы предприятий электроэнергетики. Она равна отношению среднеарифметической мощности к установленной мощности электроустановок за определённый интервал времени. В ядерной энергетике дают немного другое определение: КИУМ равен отношению фактической энерговыработки реакторной установки за определённый период эксплуатации к теоретической энерговыработке при работе без остановок на номинальной мощности. Нетрудно заметить, что значение КИУМа при обоих способах подсчёта будет одинаковым, однако последнее определение, во-первых соответствует международному понятию КИУМа (за исключением словосочетания реакторная установка, которое в общем-то можно заменить на электроустановка, определение при этом останется правильным и будет полностью соответствовать международному значению), а во-вторых предполагает более простой подсчёт его значения. Важность КИУМа заключается в том, что этот параметр характеризует эффективность электростанции в целом, включая не только её технологическое совершенство, но и квалифицированность персонала, организацию работы как

руководством самой станции, так и организацию всей отрасли на государственном уровне, а также учитывает многие другие факторы [2, с.1].

Пример простого расчета. Предположим, что абстрактная электростанция с электрической мощностью 1000 МВт выработала за 1 год 7 776 000 МВт-часов. В случае, если станция проработала бы этот год с полной установленной мощностью, она бы выработала за этот период времени: $1000 \text{ МВт} \times 365 \text{ дней} \times 24 \text{ часа} = 8\,760\,000 \text{ МВт-часов}$. Делим величину выработанной электроэнергии на значение потенциальной выработки с полной загрузкой установленной мощности за этот период и получаем 0,9. Следовательно, КИУМ в этом случае составит 90 %. Следует отметить, что КИУМ строго зависит от периода времени, за который он подсчитывается, поэтому сообщение о значении КИУМа в какую-то определенную дату не имеет смысла, этот параметр рассчитывается обычно за долгий период, чаще всего за год.

Фактические КИУМ. По данным US Energy Information Administration (EIA), на 2009 год средние КИУМ по США составляли:

- Атомная энергетика: 90,3 %
- Уголь: 63,8 %
- Тепловые электростанции на природном газе: 42,5 %
- Гидроэлектростанции: 39,8 %
- Другие возобновляемые источники: 33,9 %
- Тепловые электростанции на нефти: 7,8 %

Среди них:

- Ветрогенераторы: 20-40 %.
- Фотовольтаика (солнечная энергетика) в Массачусетс: 13-15 %.
- Фотовольтаика в Аризоне: 19 %.

Судя по этим данным технологии ВИЭ не находятся на должном уровне для конкуренции с традиционными источниками энергии в масштабе энергоснабжения страны. Однако существуют проекты по внедрению технологии ВИЭ для генерации сравнительно малых мощностей. Например, промышленная гибридная генерация.

Промышленная гибридная генерация - Это объекты традиционной генерации, которые помимо выполнения своей роли в настоящем времени интегрируются с ВИЭ, устанавливаемыми в непосредственной близости от них. Такой путь призван снизить сложности интеграции ВИЭ в энергосистемы и придать дополнительный импульс ее развитию путем снижения капитальных затрат на строительство (CAPEX) и операционных затрат на эксплуатацию (OPEX)[3, с.1]. Промышленная гибридная генерация основана на гармонизации преимуществ традиционной генерации и ВИЭ для получения синергетического эффекта. Яркий пример - гибридизация солнечной и гидрогенерации.



Рисунок 2. Пример подхода к внедрению солнечной генерации на ГЭС



Рисунок 3. Инсталляция солнечной генерации на плотине Котани

Почему именно эти два типа хорошо подходят для иллюстрации? Потому что солнечная генерация является модульной, благодаря чему подбор мест для установки ее элементов может быть весьма гибким (ветропотенциал обычно распределен более неравномерно). Солнечная энергетика развивается

достаточно динамично с устойчивой тенденцией снижения удельных вложений в создаваемые мощности. В России много районов, где среднегодовая удельная энергия солнечной радиации составляет 4-5 кВт*часов на кв. метр в сутки. Этот показатель соизмерим с показателем юга Германии и севера Испании, которые являются лидерами по внедрению солнца. Гидроэнергетика при этом способна сгладить неравномерность выработки солнечной генерации, что обеспечивает стабильное энергоснабжение для потребителей. Для инсталляции солнечных модулей на объекте гидроэнергетики необходимы свободные территории для размещения, в качестве которых отлично подходят низовые откосы гравитационных плотин. Традиционно плотины рассматриваются и используются только как гидротехнические сооружения, перегораживающие водоток для образования водохранилища, создания напора для выработки электроэнергии и иногда для создания транспортных коридоров водного, автомобильного и даже железнодорожного транспорта. Но на самом деле, данные сооружения можно использовать и для выработки электроэнергии станцией другого типа. Тем более что низовые откосы – это обычно открытые незатененные площадки, расположенные в непосредственной близости к уже построенной энергетической и транспортной инфраструктуре. Но в случае с ГЭС можно рассматривать не только плотины, но и свободные площади пристанционных участков, кровли административных зданий и береговых откосов. Все это также может быть использовано для инсталляции солнечных модулей. Кроме того, не следует исключать и возможности водохранилищ для инсталляции солнечной генерации наплавного типа.



Рисунок 4. Наплавные СЭС

При создании СЭС в «чистом поле» приходится решать целый ряд вопросов, влияющих в итоге на стоимость инвестиционного проекта [4, с.137]:

- поиск площадки для размещения станции, в том числе решение вопросов перевода участков в категорию промышленных земель, аренда или выкуп территории;

- возможность выдачи мощности, наличие линий электропередач и потребителей;
- квалифицированные кадры для эксплуатации СЭС;
- создание резервной мощности;
- транспортная инфраструктура, возможности подъезда к объекту;
- необходимость ограждения территории, установки систем охраны и видеонаблюдения;
- создание систем мониторинга, удаленного доступа, потребность в сети Интернет;
- строительно-монтажные работы;
- доставка материалов и т.п.

Гибридизация ВИЭ с традиционными источниками энергии позволяет снизить большинство этих затрат, а некоторые – вообще свести к нулю за счет использования существующей инфраструктуры. На ГЭС как правило уже решен ряд вопросов:

- на низовых откосах плотин и пристанционных площадках имеются свободные площади, расположенные благоприятно для солнечных лучей (в большинстве случаев требуется установка солнечных модулей с наклоном к уровню земли);
- есть инфраструктура для выдачи мощности: ЛЭП, распределительные устройства;
- создана транспортная инфраструктура, обеспечивающая возможность подъезда транспорта, строительной техники, доставки оборудования;
- работает квалифицированный персонал, обеспеченный социальной инфраструктурой;
- есть огражденная территория, оборудованная системами безопасности, видеонаблюдения, мониторинга, дистанционного доступа т.д.

Заключение

1) Применение гибридных систем на основе ВИЭ является перспективным решением для децентрализованного электроснабжения в сельской местности, автономного энергообеспечения удаленных объектов малой мощности, а также для обеспечения аккумуляции излишков электрической энергии. Однако солнечные батареи все-таки нуждаются в уходе. Фотоэлементам необходима периодическая чистка от пыли и атмосферного налета, ведь ни ветер, ни дождь не способны тщательно очистить солнечные батареи. А потери энергии из-за загрязнения фотогальванических батарей могут достигать 20%. Ветрогенераторные установки также обладают рядом недостатков, такими как условно низкий выход электроэнергии, непостоянность работы и шумовое загрязнение. Для республики Беларусь, которая обладает хорошим покрытием всей территории энергетическими сетями, гибридные решения будут не настолько эффективны, как, например, для России.

2) Обилие расходов при реализации проектов СЭС в «чистом поле» является большой проблемой, сдерживающей широкую реализацию проектов ВИЭ. Данные затраты могут составлять до 30% от стоимости объекта возобновляемой генерации. Решение каждого из перечисленных выше вопросов

– это время и деньги. Согласно открытой информации ГК «Хевел», лидера рынка солнечной энергетики в России, средняя величина вложений в один киловатт установленной мощности СЭС на новых площадках составляет около 120 тыс. рос. рублей. Неудивительно, что солнечные станции в зоне ОРЭМ (в изолированных районах – подходы другие) строятся только за счет массивной господдержки, осуществляемой при помощи механизма, схожего с ДПМ (обеспечение нормы доходности объектов ВИЭ в размере 14% и гарантированный срок окупаемости в 15 лет). Использование существующих возможностей гидроэнергетического объекта для размещения СЭС очевидно способствует снижению удельных вложений в 1 кВт установленной мощности и себестоимости выработки электроэнергии. Усредненная площадь низового откоса средней по размерам грунтовой плотины – 30 тыс. кв. метров. Минимальная полезная площадь, на которой можно устанавливать солнечные модули на таком откосе, будет примерно равна 18 тыс. кв. метров. При площади одного солнечного модуля в 2 кв. метра и его мощности в 300 Вт возможна установка около 9 тыс. панелей. Это равноценно примерно 2,5 МВт установленной мощности. Если же смотреть по максимуму, то на плотинах в России можно размещать по 5-10 МВт солнечной генерации. При этом стоимость вложений в 1 кВт установленной мощности для комплекта оборудования и с учетом имеющейся инфраструктуры ГЭС будет колебаться в диапазоне 83-85 тыс. рос. рублей, с перспективой снижения. Для сравнения: на ГЭС этот показатель близок к 100 тыс. рублей, а на объектах солнечной генерации, как уже было сказано, к 120 тыс.рос. рублей. Но помимо снижения CAPEX, напомним, также снижается и OPEX, так как на ГЭС уже работает оперативный персонал, который способен обслуживать и мощности солнечной генерации.

3) Переход от традиционных способов получения энергии к альтернативным предполагает существенные изменения в мировой экономике, пока что основанной на углеводородах, что может обернуться потерей большого числа рабочих мест, социальными взрывами и экономическими кризисами. Тем не менее, конец эпохи углеводородов становится все отчетливее. Об этом говорят хотя бы цифры мировых темпов роста ветровой энергетики в 6%, солнечной в 11%, а нефтяного сектора – всего в 0,5% в год.

Литература

1. Системные свойства гибридных энергокомплексов на основе возобновляемых источников энергии / Тягунов М.Г., Шестопалова Т.А., Юриков В.А., Дерюгина Г.В. // Энергобезопасность и энергосбережение, №2, 2012, -327 с.
2. Коэффициент использования установленной мощности - <https://ru.wikipedia.org>
3. Гибридная энергетика - http://kislrod.life/keysy/gibridnaya_energetika/
4. Развитие энергетике возобновляемых источников на основе типовых гибридных комплексов в распределенных энергосистемах/ Тягунов М.Г. // Инноватика и экспертиза, №2, 2011, - 210 с.
5. Альтернативные источники питания базовых станций - <http://www.mforum.ru/090241.htm>