

ГИБРИДНЫЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ

Ивашова Е.В.

Научный руководитель Плотников И.А., к.т.н., доцент.

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, ул. Усова, 7

E-mail: igorplt@tpu.ru

Одним из наиболее перспективных направлений повышения энергетической эффективности локальных систем электроснабжения является использование в энергетическом балансе регионов возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Одно из характерных преимуществ ВИЭ в том, что нет необходимости выбирать какой-то один вид источника, а можно производить электричество несколькими способами одновременно. Климатические и географические особенности децентрализованных зон России определяют практическую возможность использования из всех видов возобновляемых энергоресурсов преимущественно энергию ветра и энергию солнечного излучения.

Проблемой, сдерживающей внедрение установок ВИЭ в России, является отсутствие готовых стандартных технологических решений и проектов, которые бы позволили в кратчайшие сроки с минимумом выполнения строительных работ обеспечивать потребителя качественной электроэнергией с требуемой степенью надежности.

В данной работе рассматривается возможность построения ветро-фотоэлектрической установки комплектного типа – гибридного электро-энергетического модуля. Модуль должен представлять законченное технологическое (конструкторское) решение и должен обеспечивать потребителя электроэнергией в соответствии с принятыми стандартами. При создании энергетического модуля выдвигалось требование легкости транспортировки и монтажа. Предполагается перевезти модуль внутри стандартного транспортного грузового контейнера [1]. Разделив имеющийся контейнер пополам для удобного размещения в нем двух одинаковых модулей, были просчитаны возможные варианты компоновки силовых агрегатов, включая установки ВИЭ.

Основная доля вырабатываемой модулем электроэнергии приходится на несколько однотипных ветроэнергетических установок. При выборе конструкции ветротурбины рассматривались турбины горизонтально-осевого и вертикального типов. Ветротурбины с горизонтальной осью вращения обладают повышенным коэффициентом использования энергии ветрового потока, но их существенным недостатком является довольно высокая минимальная скорость ветра (как правило, более 3 м/с), при которой установка начинает вырабатывать электроэнергию. По сравнению с горизонтальными турбинами вертикальные ветроэнергетические установки стоят дешевле, что достигается за счет более простой конструкции турбины. Вертикально-осевые турбины имеют низкую стартовую скорость (0,5 м/с) и независимы от направ-

ления ветра. Учитывая, что большинство зон децентрализованного электроснабжения в России имеют относительно небольшой ветровой потенциал (3 – 5 м/с), этот фактор являлся определяющим при выборе конструкции ветротурбин для энергетического модуля.

Чтобы окончательно отдать свое предпочтение вертикально-осевому или горизонтально-осевому типу турбин был произведен расчет вырабатываемой ветроэнергетической установкой электрической энергии в течении суток, при одинаковом для всех ветровом тренде.

Генерируемая мощность и энергия ветроэнергетической установки определяется из выражений [2]

$$P_{WT} = C_p \frac{\rho A}{2} V_w^3 \eta_{sg} \eta_e; \quad W_{WT} = P_{WT} T,$$

где: C_p – коэффициент использования энергии ветра, определяется из аэродинамических характеристик ветротурбины; ρ – плотность воздуха;

A – площадь, обметаемая колесом турбины; V_w – продольная составляющая скорости ветра, набегающего на ветротурбину (расчет производился для двух значений средней скорости ветра 5 м/с и 10 м/с на суточном интервале); η_{sg}, η_e – КПД синхронного генератора и силового электронного преобразователя, соответственно; T – интервал времени работы.

Были просчитаны следующие возможные варианты компоновки модуля:

- расположение трех горизонтально-осевых ветроэнергетических установок в один ряд;
- расположение трех горизонтально-осевых ветроэнергетических установок в два ряда;
- расположение трех ветроэнергетических установок роторного типа с направляющим аппаратом в один ряд;
- расположение трех ветроэнергетических установок роторного типа с направляющим аппаратом в два ряда.

При расчетах для определения коэффициента C_p использовались аэродинамические характеристики соответствующих реальных ветротурбин, близких по конструктивным признакам к рассматриваемым турбинам.

После проведенных расчетов преимущество к использованию было отдано многолопастной ветротурбине вертикально-осевого типа с направляющим аппаратом, поскольку при малых скоростях ветра данная турбина будет продолжать вырабатывать электроэнергию. В качестве преобразова-

телей механической энергии вращения ветротурбины использовались синхронные генераторы с возбуждением от постоянных магнитов.

В состав разрабатываемого электроэнергетического модуля было принято решение включить фотоэлектрическую установку. Вырабатываемая ей электрическая мощность определяется соотношением

$$P_C = (W_S / T) \eta_{sp} \eta_e,$$

где W_S – энергия потока излучения, падающего на площадку заданной площади за интервал времени T ; η_{sp} , η_e – КПД солнечной батареи и силового электронного преобразователя, соответственно. При проведении расчетов, предполагалось, что силовой преобразователь наделен функцией максимума отбора мощности от батареи.

Разработанная конструкция гибридного электроэнергетического модуля представлена на рис.1.

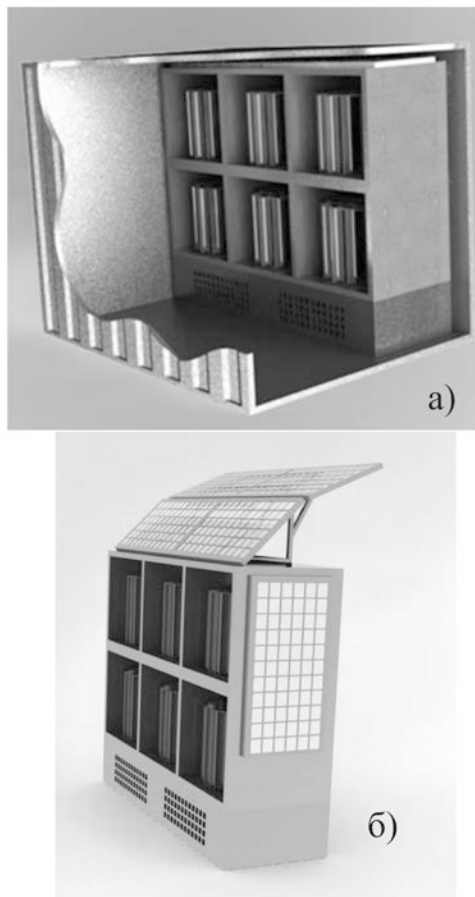


Рис. 1 – Трехмерная модель гибридного электроэнергетического модуля: а – в контейнере для транспортировки; б – в рабочем положении

Конструкция представляет собой модуль с расположением шести ветроэнергетических установок одинакового типа в два ряда. Снизу располагается короб, с установленными свинцово-кислотными аккумуляторными батареями и сило-

выми электронными преобразователями. На крыше и торцевых поверхностях модуля установлены кремниевые солнечные батареи. Они установлены на шарнирах для удобства подготовки модуля на месте эксплуатации.

Была разработана структурная схема электроэнергетического модуля, показанная на рис.2.

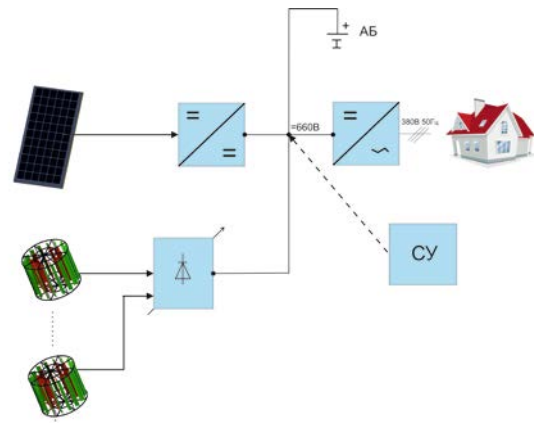


Рис.2 – Структурная схема гибридного электроэнергетического модуля

Модуль состоит из солнечных батарей, энергия с которых поступает через преобразователь постоянного напряжения на шину постоянного тока. Этот преобразователь обеспечивает повышение уровня выходного напряжения и функцию максимума отбора мощности от генерирующего источника. Выходы синхронных генераторов ветроэнергетических установок соединены последовательно и работают на общий управляемый выпрямитель, подключенный также к шине постоянного тока. Для согласования графиков выработки и потребления электроэнергии в состав модуля введен накопитель энергии на основе аккумуляторных батарей. Электроэнергией потребителя обеспечивает инвертор напряжения, который может работать как в автономном режиме, так и в режиме параллельно с сетью.

Таким образом, проведенные исследования показали перспективность предлагаемого подхода по созданию генерирующих источников с установками возобновляемой энергетики для децентрализованных систем электроснабжения малых объектов. В настоящее время разрабатывается компьютерная имитационная модель данного гибридного электроэнергетического модуля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морское Агентство «Universal» – URL: http://www.ship.ru/konteyners/20_stand.php.
2. Роза А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. -704 с.