

УДК 621.311.24

О СТАРТЕ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОГО МАСШТАБИРУЕМОГО ВЕТРО-СОЛНЕЧНОГО КОМПЛЕКСА

Е.М. Гордиевский, А.А. Мирошниченко, А.З. Кулганатов

В статье рассмотрены существующие и находящиеся в разработке проекты мобильных ветро-солнечных комплексов. Проанализированы конфигурация, комплектация источников электроэнергии и основные трудности при создании таких комплексов. Также были изучены механизмы складывания лопастей и основные принципы уменьшения их массогабаритных параметров. На основе этих данных была выбрана оптимальная конфигурация ветрогенератора и солнечных панелей, для установки в мобильный ветро-солнечный энергокомплекс.

Ключевые слова: мобильный энергокомплекс, солнечная энергетика, складные лопасти, ветроэнергетика, ВИЭ.

На сегодняшний день проблемы электроснабжения отдаленных потребителей являются актуальными для стран с протяженными территориями. Например, протяженность Российской Федерации с запада на восток составляет около 10 тыс. км. Тогда для обеспечения электроэнергией потребителей, отдаленных от существующих линий электропередач необходимо рассматривать целый комплекс технических решений, который должен удовлетворять экономическим, техническим, экологическим и мн. др. требованиям. Безусловно, прокладывать высоковольтную ЛЭП для электроснабжения отдаленных и малонаселенных сёл, городов и производств не представляется возможным с экономической и технической точек зрения. Одним из возможных решений данной проблемы является использование дизельных или бензиновых генераторов, которые обладают рядом преимуществ и позволяют добиться поставленных целей по бесперебойному электроснабжению отдаленных потребителей. Однако при рассмотрении обеспечения электроэнергией потребителей, имеющих первую (или первую особую) категорию по надежности электроснабжения, нельзя ограничиваться только одним источником энергии. При выходе из строя дизель-генератора может возникнуть существенный финансовый ущерб, опасность жизни людей и безопасности страны. В таком случае возникает вопрос о создании дополнительных источников питания для таких объектов [1].

Учитывая обширный потенциал энергии ветра и солнца, было бы опрометчиво не использовать альтернативный подход в электроснабжении автономных потребителей. Ведь зачастую возникает необходимость в срочном и относительно непродолжительном обеспечении энергией децентрализованного объекта. В таком случае сооружение стационарных электро-

станций, традиционных или же на основе ВИЭ, нецелесообразно как с финансовой точки зрения, так и с учетом времени на строительство. Затрагивая экологическую сторону вопроса электроснабжения удаленных потребителей, отметим, что использование дизель-генераторов создает условия для ухудшения окружающей среды: выхлопные газы, громкий шум, риск разлива топлива и нефтепродуктов, поэтому при решении данной задачи необходимо свести использование дизель-генераторов к минимуму. Таким образом, с учетом недостатков нынешних подходов к электроснабжению автономных потребителей проводится работа по созданию мобильного энергокомплекса на основе ВИЭ, который позволит оперативно и в любом месте осуществить доступ к электроэнергии. Все элементы мобильной электростанции располагаются в транспортном контейнере на прицепе, буксируемом автомобилем или в кузове-фургоне военного мобильного комплекса (рис. 1). Перед создателями данного комплекса встает задача обеспечения компактности основных компонентов электростанции: ветроэнергетической установки, солнечных панелей и дизельной электростанции в качестве резервного источника питания.

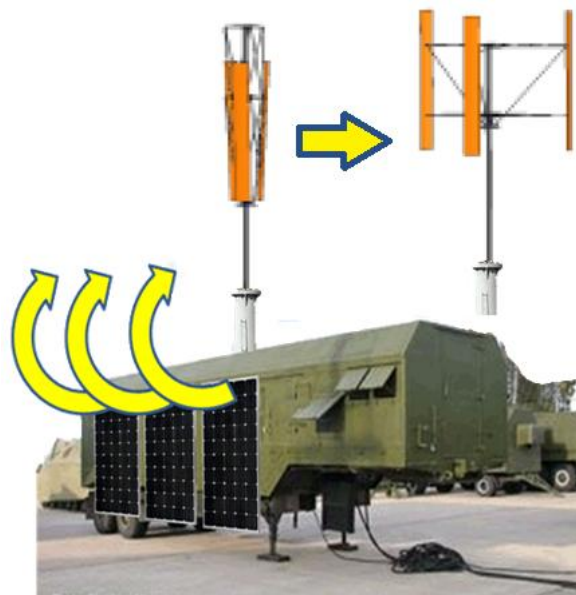


Рис. 1. Военный кузов-фургон
с основными компонентами энергокомплекса

Ни для кого не секрет, что ресурсы традиционных источников энергии (нефть, газ, уголь) не вечны, и разговоры о замене их на ВИЭ являются приоритетными для ученых многих стран мира. Таким образом, необходимо решать двойную задачу – рассматривать электроснабжения децентрализованных потребителей с использованием «зелёной энергетики». «Отдельная перспективная задача – это развитие возобновляемых источников энергии, особенно в отдалённых, труднодоступных районах нашей страны,

таких как Восточная Сибирь, Дальний Восток. Для нашей обширной, самой большой в мире по территории страны с её разнообразными природными, климатическими условиями здесь открывается действительно огромная возможность», – отметил В.В. Путин на Международном форуме «Российская энергетическая неделя», который состоялся 3 октября 2018 года в Москве. На форуме также были подведены некоторые итоги использования ВИЭ в отдаленных регионах. Например, результатом использования «зелёной энергетики» в Республике Саха (Якутия), общая мощность которой составила 1,6 МВт, стала экономия дизельного топлива в 2017 году в 300 тонн общей стоимостью 1,7 млн рублей. Помимо финансовой составляющей, экологическая сторона вопроса также очень важна. Использование генераторов на дизельном топливе создает условия для ухудшения окружающей среды: выхлопные газы, громкий шум, риск разлива топлива и нефтепродуктов – все эти факторы дают понять, что необходимо искать альтернативу передвижным дизельным электростанциям, либо уменьшить их использования до минимума [2].

Таким образом, проблема является актуальной и перспективной и требует глубокого и детального изучения. Учеными Южно-Уральского государственного университета была начата работа по разработке мобильного энергокомплекса на основе ВИЭ. При разработке такого сложного механизма необходимо определить основные требования к конструкции, а также подобрать оптимальную конфигурацию и укомплектование энергокомплекса. «Комплексом» данная мобильная установка будет называться вследствие необходимости обеспечения наиболее стабильной выработки электроэнергии от нескольких источников. В таком случае необходимо использовать ряд энергоустановок на базе ВИЭ, а также иметь в резерве дизельную электростанцию в качестве вспомогательного (резервного) источника питания ввиду непостоянства ветро-солнечной энергии. Планируется размещение энергокомплекса внутри фургона или контейнера с последующей его транспортировкой к потребителю путем использования автомобильного транспорта. При этом энергокомплекс можно назвать масштабируемым – не исключена возможность использования сразу нескольких установок на одном объекте для достижения требуемой мощности.

Для оптимальной конструкции применяемого в энергокомплексе оборудования необходимо знать максимально возможную скорость ветра в месте размещения комплекса, а данный показатель будет постоянно меняться в зависимости от района размещения. Например, диаметр ротора вертикально-осевой ветроэнергетической установки ЮУрГУ мощностью 3 кВт примерно равен 3 метрам, а высота 4 метрам (рис. 2). Уместить такую массивную конструкцию внутри фургона или контейнера представляет собой очень непростую задачу. Отсюда возникает вопрос о разработке

устройства складывания лопастей до допустимого размера, что является дополнительной оптимизационной задачей при создании энергокомплекса.



Рис. 2. Ветроэнергетическая установка мощностью 3 кВт

Многие системы дистанционного складывания лопастей, существующие на данный момент, имеют стропы для подъема и опускания (рис. 3), такой элемент конструкции уменьшает надежность ветроустановки, особенно при большой скорости ветра.



Рис. 3. Ротор ветрогенератора со складывающимися лопастями

Также лопасти ветроустановки необходимо делать жёсткими, чтобы они не гнулись, ведь если они выгнутся в сторону мачты при сильном порыве ветра, то произойдет удар лопастей по мачте. Но обеспечение жесткости лопастей приводит к их утяжелению, что, в свою очередь, влияет на мощность и на себестоимость. «Sandia National Laboratories» разработали

лопасти, состоящие из сегментов (рис. 4), такое решение уменьшает вес лопастей, а также облегчает их установку. Способность лопастей складываться делает их устойчивыми к экстремальным ветряным нагрузкам.

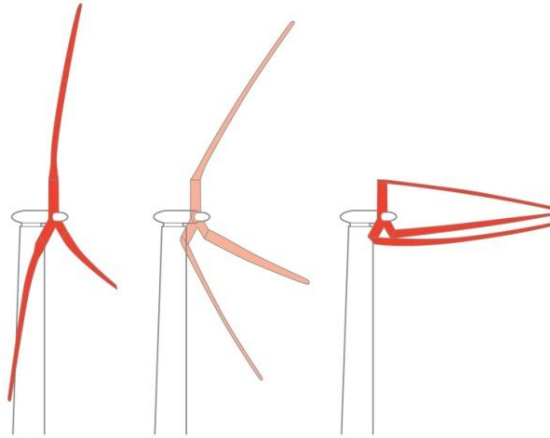


Рис. 4. Складывающиеся лопасти от «Sandia National Laboratories»

Помимо мощности, рабочей скорости ветра и уровня шума ветроустановки, важными параметрами в нашем случае также являются её масса и габариты для обеспечения удобства при транспортировке. На основе приоритетности этих параметров делаем вывод, что оптимальным вариантом будет использование вертикально-осевого ветрогенератора (рис. 5).

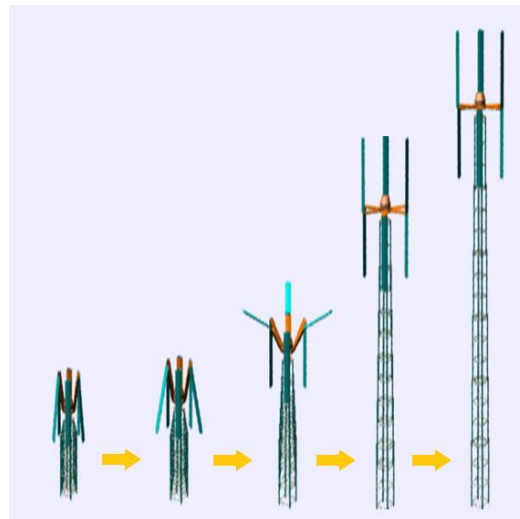


Рис. 5. Вертикально-осевой ветрогенератор

Следующей трудоемкой задачей является разработка подъемного механизма на нужную высоту ветроколеса. Здесь возникает вопрос о том, какая система подъема является наиболее эффективной и, что немаловажно,

компактной. Планируется изучение этого вопроса и выбор из существующих подъемных систем и механизмов, а может быть, и разработка новой системы подъема. Требуется провести комплексное исследование телескопических, пантографических и других систем подъема объектов на необходимую высоту. При этом не стоит забывать о том, что складная мачта должна уместиться вместе с ветроэнергетической установкой, солнечными панелями, комплексом электрических приводов, а также системой управления внутри фургона [3].

Расчет электрической части, а именно электрического привода для развертывания мачты, системы управления и автоматики, устройств накопления электрической энергии станет связующим звеном всех вышеописанных элементов энергокомплекса. Планируется разработка максимально простой системы управления для человека, который будет работать с комплексом. Т.е. с управлением всеми системами должен справиться человек, не имеющий специального электротехнического образования.

Для обеспечения мобильности весьма целесообразно использовать уже существующие средства транспортировки военной техники и оборудования. Наиболее подходящее из них «МИК-МКС» – семейство мобильных комплексов связи, предназначенное для развертывания полевой транспортной сети связи [4]. Выбор пал именно на этот комплекс из-за следующего достоинства: конструкция мачты МИК-МКС позволяет поднять на высоту до 32 метров любое оборудование массой до 900 кг с его последующей эксплуатацией при скорости ветра до 30 м/с, что, в свою очередь, является отличным решением проблемы установки ветрогенератора на необходимую высоту (рис. 3). При использовании МИК-МКС для наших целей, а не для осуществления их нынешнего назначения – развертывания полевой транспортной сети связи, нам придется решить проблему размещения в кузове-фургоне всего необходимого оборудования (рис. 6).

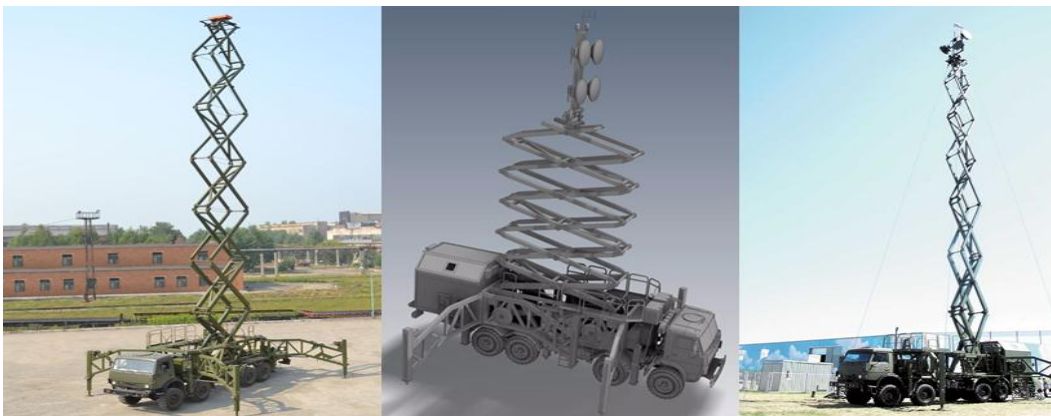


Рис. 6. Комплекс связи «МИК-МКС»

Система расположения фотоэлектрических модулей также является сложной задачей. Предполагается, что размещение панелей снаружи фургона нецелесообразно – любое механическое воздействие может привести к выходу панели из строя. Размещение панелей на крыше контейнера привет к её постоянному запылению, что снизит эффективность ее работы, а также увеличит сложность выдвигания ветроэнергетической установки из фургона [5]. Отсюда возникает предположение, что для обеспечения мобильности и безопасной эксплуатации оборудования комплекса фотоэлектрические панели необходимо размещать также внутри фургона. Вследствие этого возникает вопрос о разработке выдвигной системы для солнечных панелей (рис. 7).



Рис. 7. Раздвижные солнечные панели

Основываясь на вышесказанных размышлениях, а также на том факте, что энергия солнца и ветра является непостоянной, необходимо использовать третий источник питания. Таким источником будет дизельный или бензиновый генератор.

Заключение. Таким образом, создание мобильного энергокомплекса на основе ВИЭ для электроснабжения автономных потребителей является комплексной задачей. Необходимо учитывать множество факторов, которые в целом скажутся на обеспечении отдаленных потребителей бесперебойной электроэнергией.

Мы абсолютно уверены, что для нашей задачи по замещению дизельной генерации вариант с тремя энергоисточниками, которые способны удовлетворить потребности в электроэнергии при оптимальных условиях и конфигурации энергокомплекса, имеет большой потенциал и максимальную эффективность в решении данной задачи. При высоких значениях эффективности возобновляемых источников, которые будут достигнуты путем подбора оптимальных параметров и характеристик ВИЭ, а также пу-

тем оптимизации алгоритмов управления элементами этого энергокомплекса, мы получим большую экономию дизельного топлива за счет уменьшения продолжительности работы дизель-генератора, что, в свою очередь, увеличит срок его эксплуатации и периоды между планово-предупредительными ремонтами, что также ведет к значительной экономии. В нашем случае решение такой задачи просто необходимо, т.к. зачастую дешевле подключиться к центральным сетям, чем использовать дизель-генератор. Например, при использовании дизель-генератора мощностью 5 кВт средняя стоимость 1 кВт·часа составит 31,956 руб. без учета стоимости материалов для монтажа и пусконаладочных работ [6]. А при постоянном использовании в статью расходов стоит включить и затраты на обслуживание (замена масла, фильтров, свечи зажигания и т.п.). Соответственно, чтобы проектируемый энергокомплекс на основе возобновляемых источников энергии был конкурентоспособен, мы должны не только обеспечить мобильность источников электроснабжения, но и снизить стоимость 1 кВт·часа.

Библиографический список

1. Обзор идеи по разработке мобильного масштабируемого энергокомплекса на основе возобновляемых источников энергии / А.А. Мирошниченко, Е.М. Гордиевский, А.З. Кулганатов, Е.А. Сироткин // Академический журнал Западной Сибири. – 2018. – Т. 14, № 4(75). – С. 61–66.
2. Стратегия управления на основе отслеживания точки максимальной мощности асинхронного генератора двойного питания ветроэнергетической установки / А.А. Ибрагим, А.А. Мирошниченко, Е.В. Соломин и др. // Электротехнические системы и комплексы. – 2018. – № 4(41). – С. 56–62.
3. Мирошниченко, А.А. Сравнительный анализ устройств для выдвижения ротора ветрогенератора в мобильном энергокомплексе на основе возобновляемых источников энергии / А.А. Мирошниченко, А.З. Кулганатов, Е.М. Гордиевский // Colloquium-journal. – 2018. – № 13-7(24). – С. 24–29.
4. Гордиевский, Е.М. Разработка нажимной плиты для системы «Умный город» / Е.М. Гордиевский, А.А. Мирошниченко, А.З. Кулганатов // Вестник современных исследований. – 2019. – № 1.8 (28). – С. 46–49.
5. Кулганатов, А.З. Сравнительный анализ приводов для поднятия ротора ветроэнергетической установки в мобильном энергокомплексе / А.З. Кулганатов, А.А. Мирошниченко, Е.М. Гордиевский // Вестник современных исследований. – 2018. – № 11-7(26). – С. 460–465.
6. О недостатке использования дизельных генераторов при электроснабжении автономных потребителей / А.А. Мирошниченко, Е.М. Гордиевский, А.З. Кулганатов и др. // Интеграция наук. – 2018. – № 8 (23). – С. 599–600.

[К содержанию](#)