

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СТРАНЫ

УДК 621.311.24

АВТОНОМНАЯ ВЕТРО-ДИЗЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА МОЩНОСТЬЮ 10 КВТ

А.Н. Лазарев, В.А. Захаренко, А.Л. Меньшенин,
Ю.И. Гром, Г.С. Сергеев

Изложены результаты опытно-конструкторской разработки автономной ветро-дизельной электрической установки ВДЭУ-10 мощностью 10 кВт для районов Севера и Дальнего Востока, где отсутствует централизованное энергоснабжение. Особенно актуальна данная разработка для территорий с ежегодными «северными завозами», где энергоснабжение осуществляется дизельными электростанциями. Описаны назначение, устройство и работа ветро-дизельной электрической установки, даны её основные технические характеристики. Отмечен ряд достоинств ВДЭУ-10. Установка вырабатывает качественную электроэнергию, пригодную как для бытовых потребителей, так и для спецтехники. Высокое качество электроэнергии по напряжению и частоте обеспечивается использованием современной отечественной элементной базы. Количество электроэнергии вырабатываемое установкой ВДЭУ-10 достаточно для обеспечения жизнедеятельности фермерского хозяйства, коттеджа и других объектов. Установка наиболее эффективна в районах, где среднегодовая скорость ветра составляет 4,5 м/с и более. Установка состоит из ветроагрегата (ВА) и контейнерного модуля (МК) в котором установлены аккумуляторная батарея (АБ), инвертор (И) и дизельный электроагрегат (ДА). Основные технические решения защищены Патентом РФ. Сообщается о успешном проведении государственных испытаний двух опытных образцов ВДЭУ-10 и присвоении по результатам испытаний комплекту конструкторской документации литеры О₁.

Ключевые слова: ветроагрегат, дизельный агрегат, аккумуляторная батарея, инвертор.

Для районов без централизованного энергоснабжения главными вопросами являются бесперебойность энергоснабжения, независимость от поставок топлива, экологическая обстановка местности. Особенно это актуально для северных районов России с её обширными территориями, где энергоснабжение осуществляется дизельными электростанциями (ДЭС). Всё более затратными и экологически небезопасными являются ежегодные «северные завозы». Все эти вопросы в той или иной степени могут быть решены с использованием энергии ветра [1].

Для автономных объектов, где отсутствует централизованное энергоснабжение, при среднегодовой скорости ветра не менее 4,5 м/с, целесообразно использование энергоустановок комбинированного типа, использующих как традиционные источники – дизельные агрегаты, так и ветроэнергетические установки [2].

В АО «НИИЭМ» разработана и испытана ветро-дизельная электрическая установка ВДЭУ-10 мощностью 10 кВт для работы на автономных объектах, расположенных в районах Севера и Дальнего Востока. При этом решались следующие задачи:

– концепция построения ВДЭУ-10 должна быть подчинена главной цели – удешевлению производимой энергии, в основном, за счёт возобновляемых источников, а также снижению затрат на дизельное топливо;

– ВДЭУ-10 должна являться альтернативой чисто дизельному варианту электроснабжения автономных объектов;

– ВДЭУ-10 должна иметь высокие показатели надёжности: средний срок службы – 20 лет, ресурс до капитального ремонта – 40000 ч;

– ВДЭУ-10 должна быть ремонтпригодной, простой в эксплуатации с минимальными затратами труда и времени на обслуживание, ремонт и восстановление;

– ВДЭУ-10 должна быть автономной, не требующей для своего размещения каких либо строений, а ветроагрегат должен быть бесфундаментным.

Необходимо отметить, что создание надёжных, конкурентно-способных и эффективных ветроустановок, работающих в тяжёлых климатических условиях, является весьма сложной задачей, которую невозможно решить без использования мирового и отечественного опыта.

В результате выполненной работы был создан автономный источник гарантированного питания потребителей качественной электрической энергией (~ 230/400В 50 Гц).

По разработанной конструкторской документации изготовлены два опытных образца ВДЭУ-10, успешно прошедшие государственные испытания. По результатам испытаний комплекту КД присвоена лите-

ра O_1 . Основные технические решения по ветроагрегату ВДЭУ-10 защищены Патентом РФ [3].

Назначение

Установка ВДЭУ-10, состоящая из ветроагрегата (ВА) и модуля контейнерного (МК) предназначена для автономного электроснабжения потребителей переменным трёхфазным током в районах, где отсутствует централизованное энергоснабжение.

ВДЭУ-10 вырабатывает качественную электроэнергию, пригодную как для бытовых потребителей, так и для спецтехники. Количество вырабатываемой электроэнергии установкой ВДЭУ-10 достаточно для обеспечения жизнедеятельности бригад, работающих вахтовым методом, небольших промышленных и других объектов. Расчётное значение годовой выработки электроэнергии, кВтч, при различной среднегодовой скорости ветра состав-

ляет: 5 м/с – 18870; 6 м/с – 28280; 7 м/с – 37132; 8 м/с – 44770; 9 м/с – 51150; 10 м/с – 61380.

При необходимости мощность установки может быть увеличена до 20 или 30 кВт за счёт дополнительного монтажа одного или двух ветроагрегатов.

Устройство и работа

ВДЭУ-10 состоит из функционально законченных изделий – ветроагрегата (ВА) и модуля контейнерного (МК), которые соединяются между собой с помощью кабеля.

Поскольку скорость ветра – величина непостоянная, выходное напряжение и частота генератора ВА нестабильны и не могут быть использованы непосредственно для питания потребителей, за исключением потребителей использующих электрическую энергию для производства тепла. Для получения электроэнергии с требуемыми выходными параметрами предложен следующий принцип работы.

Основные технические характеристики ВДЭУ-10

Ветроагрегат ВТН8-10	Значение
Мощность ветрогенератора, кВт	10
Номинальное напряжение генератора, В	~230/400
Диаметр ветроколеса, м	8
Номинальная частота вращения ветроколеса, об/мин	250
Число лопастей	2
Высота мачты, м	9,75
Диапазон рабочих скоростей ветра, м/с	3,5 – 40
Номинальная скорость ветра, м/с	10
Масса (в упаковке для транспортирования), кг	1500
Габаритные размеры (в упаковке для транспорт.), мм	4060×940×1400
Контейнерный модуль в составе:	
Аккумуляторная батарея 220В/155 А·ч, тип	КАУ-155-230/40М
Инвертор, тип	АБП-ТПТПТ-25-400-50-220-УХЛ4
Выпрямительно-зарядное устройство, тип	ВЗП-220-40-2
Дизельный электроагрегат, тип	АД8С-Т400-1В
Контейнер	«Энерго-К6»
Масса, кг	7500
Габаритные размеры, мм	6058×2591×2438
Выходные параметры установки	
Номинальное напряжение, В	~ 230/400
Номинальная частота, Гц	50
Коэффициент мощности (отстающий)	Не менее 0,8
Точность поддержания напряжения, %	±5
Точность поддержания частоты, %	±2
Коэффициент искажения синусоидальности кривой линейного напряжения, % (не более)	5

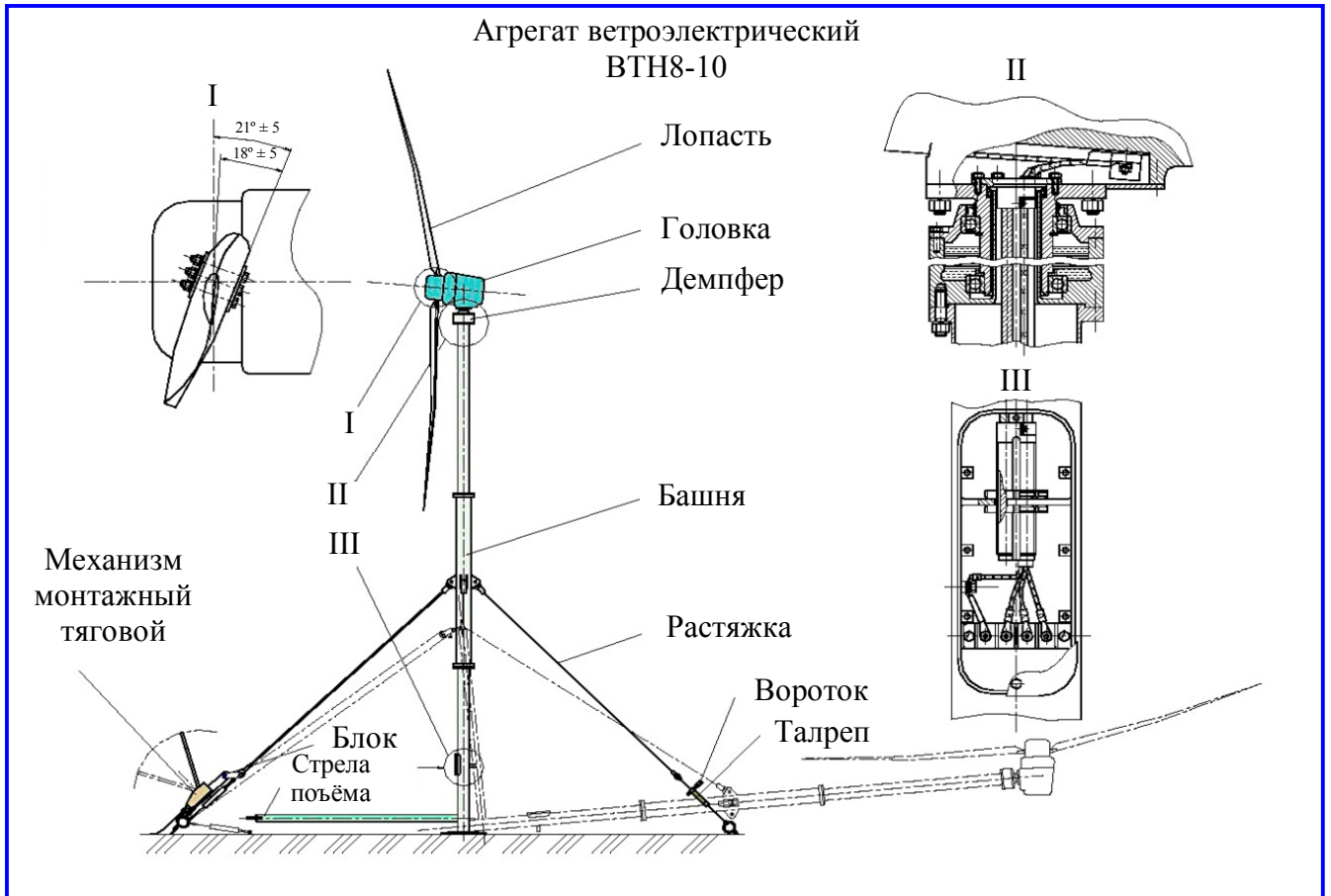


Рис. 1. Общий вид ветроагрегата ВТН8-10 установки ВДЭУ-10

Ветроагрегат (ВА) используется в режиме заряда аккумуляторной батареи (АБ), от которой питается инвертор (И), обеспечивающий требуемые параметры выходного напряжения. Для обеспечения потребителей электроэнергией в штормовые периоды используется дизельный электроагрегат (ДА). Запуск и останов ДА осуществляется автоматически по нижнему и верхнему значениям уставок напряжения АБ.

АБ, И, ДА располагаются в утеплённом контейнерном модуле (МК), оборудованном системами освещения, пожарной сигнализации и поддержания температурного режима. Наиболее сложным устройством ВДЭУ-10 является ветроагрегат ВТН8-10, представленный на рис. 1.

ВА представляет собой трёхсекционную трубчатую башню высотой 9,75 м, на которой расположен низкооборотный магнитоэлектрический генератор мощностью 10 кВт, на валу которого непосредственно установлено ветроколесо с центробежным регулятором частоты вращения лопастей. Ориентация ветроколеса по направлению ветра

производится самоустановом, благодаря расположению ветроколеса за башней.

Из всего многообразия технических решений, имеющих в мировой практике на сегодняшний день, выбраны наиболее отработанные и хорошо зарекомендовавшие себя. Была принята следующая концепция компоновки ветроагрегата:

- построение ВА по «классической» схеме – с горизонтальной осью вращения ветроколеса, как наиболее эффективная, отработанная и надёжная, имеющая массу и стоимость в 2 – 3 раза ниже вертикально-осевых машин той же мощности;
- применение низкооборотного генератора с возбуждением от постоянных магнитов (разработка АО «НИИЭМ») позволяет отказаться от редукции оборотов ветроколеса, токосъёмного устройства, что существенно упрощает ВА, его обслуживание и повышает его надёжность;
- использование двухлопастных ветроколес повышенной быстроходности, с малой перегрузочной способностью и полноповоротными лопастями;

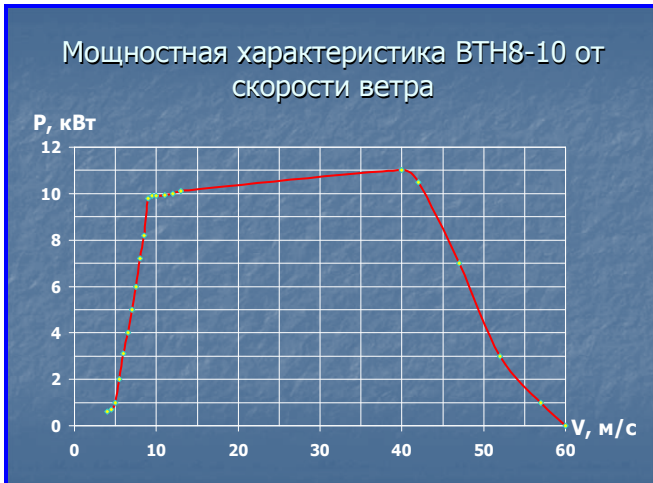


Рис. 2. Зависимость выходной мощности ВТН8-10 от скорости ветра

– расположение ветроколеса за башней позволяет производить ориентацию ветроколеса на ветер без применения сложных механических устройств.

Установка и монтаж ВА осуществляется без применения подъёмных механизмов с помощью ручной лебёдки, входящей в комплект поставки. При этом не требуется сооружение специального фундамента под башню ВА и проведение бетонных работ. Конструкция ВА предполагает использование закладных анкеров и растяжек на площадке размером 20 × 20м. ВА может быть установлен и на скальных грунтах с помощью закладных химических анкеров с применением ручного бурового инструмента.

Обеспечение работоспособности ВА и устойчивости к штормовым порывам ветра, до 60 м/с, реализуется работой регулятора частоты вращения ветроколеса, установкой угла поворота лопастей. Основная энергетическая характеристика ВА представлена на рис. 2.

Полученные данные в результате испытаний и опытной эксплуатации ВДЭУ-10 показывают, что ветроагрегат имеет хорошие пусковые характеристики уже при скорости ветра 3 м/с, развивая частоту вращения 125 об/мин. При возрастании скорости ветра до 6 м/с частота вращения увеличивается почти линейно, достигая уровня 225 об/мин. При дальнейшем возрастании скорости ветра до 7 – 8 м/с вступает в действие регулятор частоты вращения ветроколеса, и частота вращения повышается менее интенсивно. При скорости ветра 10 м/с частота вращения ветроколеса до-

стигает номинального значения 250 об/мин и стабилизируется [4].

Анализ характеристик напряжения холостого хода генератора показывает, что необходимое для начала заряда АБ напряжение 230 – 250 В достигается при скорости ветра 3,5 – 3,7 м/с.

При скорости ветра 7 м/с развиваемая мощность достигает 5 кВт. Номинальное значение мощности 10 кВт устанавливается при скорости ветра 9,5 – 10 м/с и при увеличении скорости ветра до 13 м/с сохраняется практически на неизменном уровне.

Следует отметить следующие достоинства ВДЭУ-10:

- простота конструкции (безредукторный вариант исполнения, отсутствие виндрозного механизма);
- высокая выработка электроэнергии (применение высокоэффективного профиля лопастей, регулировка угла поворота лопастей, работа в широком диапазоне скоростей ветра);
- высокое качество электроэнергии на выходе установки;
- простота обслуживания;
- возможность наращивания мощности до 20, 30 кВт;
- лёгкость и быстрота монтажа и демонтажа (отсутствие бетонных работ и грузоподъёмной техники при монтаже);
- снижение расхода топлива (до 70%) и экономия моторесурса дизельных электроагрегатов, существенное снижение затрат на доставку топлива;
- большой срок службы – 20 лет.

Литература

1. Безруких П. П., Арбузов Ю. Д., Виссарионов В. И. и др. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии России / П. П. Безруких и др. – СПб. : Наука, 2002.
2. Харитонов В. П., Абрамов Н. Д., Салимов И. Э. Новые российские ветроустановки дают свет и тепло // Энергосбережение. – 2003. – № 4. – С. 68 – 69.
3. Патент РФ № 40769. Автономная ветроэнергетическая установка. (МПК F03D9/00) / Аватинян Г. А., Блинов М. Б., Гром Ю. И., Захаренко В. А., Лазарев А. Н., Малинин А. А., Никонов С. А., Пугачев Ю. И., Сергеев Г. С., Шишкин Д. Г.: ФГУП «НИИЭМ»; Опубл. 27.09.04.
4. Гром Ю. И., Захаренко В. А., Лазарев А. Н., Сергеев Г. С., Харитонов В. П. Новая ветро-дизельная электрическая установка // Энергосбережение. – 2005. – № 5. – С. 62 – 66.

Поступила в редакцию 29.05.2014

*Александр Николаевич Лазарев, начальник отдела.
Владимир Александрович Захаренко, зам. начальника отдела.
Александр Леонидович Меньшенин, генеральный директор.
Юрий Иванович Гром, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник.
Геннадий Сергеевич Сергеев, начальник лаборатории.
Т. (495) 994-53-23. E-mail: lazarev@istranet.ru.
(АО «НИИЭМ»).*

AUTONOMOUS 10 kW WIND-DISEL ELECTRIC INSTALLATION

A.N. Lazarev, V.A. Zakharenko, A.L. Menshenin, Yu.I. Grom, G.S. Sergeev

Autonomous 10 kW Diesel-Wind Electric Installation WDEU-10 intended for use in Northern and Far Eastern regions where there is no centralized electricity supply system, is presented. This Installation could be very relevant for Northern regions powered only by diesel engine power plants to which goods are supplied only in summer time (these supplies are called 'severnny zavoz'). Application, configuration and operation of Wind-Diesel Electric Installation are described, as well as its technical characteristics are given. Several advantages of WDEU-10 are highlighted. The installation produces high quality energy which could be used by household consumers, as well as for special-purpose machinery. High voltage and frequency quality is provided by using modern domestic hardware components. WDEU-10 installation can fill energy needs of a farm, a cottage and other energy consuming objects. The installation could be most effectively used in regions where annual average wind speed is equal to 4,5 m/s or exceeds this value. The installation comprises a wind-power unit (WPU) and a container module (CM) where an accumulator battery (AB), a converter (C) and a Diesel generator unit (DGU) are installed. Main technical solutions are covered by RF Patent. The article informs that two experimental models of WDEU-10 successfully passed official testing and thereof their design documents were qualified to O, Liter.

Key words: wind-power unit, diesel-powered unit, accumulator battery, converter.

List of References

1. Bezrukikh P. P., Arbuzov Yu. D., Vissarionov V. I. et al. Resources and Harnessing of Renewable Resources in Russia / P. P. Bezrukikh et al. – St. Petersburg: Nauka [Science] Publ., 2002.
2. Kharitonov V. P., Abramov N. D., Salimov I. E. New Russian Wind-Power Units supply Light and Heat // Energoberezhniye [Energy Saving] Journal. – 2003. – No. 4. – Pp. 68 – 69.
3. RF Patent No.40769. Autonomous Wind-Power Installation. (IPC F03D9/00) / G. A. Avatinyan, M. B. Blinov, Yu. I. Grom, V. A. Zakharenko, A. N. Lazarev, A. A. Malinin, S. A. Nikonov, Yu. I. Pugachev, G. S. Sergeev, D. G. Shishkin: FSUE 'NIIEМ'; Patent Published on Sept. 27, 2004.
4. Grom Yu. I., Zakharenko V. A., Lazarev A. N., Sergeev G. S., Kharitonov V. P. New Wind-Diesel Electric Installation // Energoberezhniye [Energy Saving] Journal. – 2005. – No. 5. – Pp. 62 – 66.

*Alexandr Nicolayevich Lazarev, Head of Department.
Vladimir Alexandrovich Zakharenko, Deputy Head of Department.
Alexandr Leonidovich Menshenin, Director General.
Yury Ivanovich Grom, Ph. D. (Tech.), Senior Researcher.
Gennady Sergeevich Sergeev, Head of Laboratory.
Т.: (495) 994-53-23.
E-mail: lazarev@istranet.ru.
(JC 'NIIEМ').*