

Б.Б. Кабулов^{1*}, Е.К. Адильбеков²¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина
010011, г. Астана, проспект Женис, 62²Национальный университет обороны имени Первого Президента РК – Елбасы
020000, г. Астана, проспект Туран 72

*e-mail: bolatkabylov@mail.ru

**РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ
ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК**

Аннотация: Научная статья опубликована в рамках выполнения научного проекта грантового финансирования на 2022-2024 годы ИРН № АР148039/0222 «Научно-техническое обоснование параметров и разработка ветроэнергетической установки для электроэнергетического обеспечения объектов Вооруженных Сил, других войск и воинских формирований Республики Казахстан» (исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан). В статье приведены результаты разработки мобильной ветроэнергетической установки для энергообеспечения войск. В Вооруженных Силах Казахстана назрела необходимость создания и внедрения технических устройств, преобразующих энергию ветра в электрическую и не имеющих аналогов. В результате исследований разработана мобильная ветроэнергетическая установка, основным элементом которой является пара идентичных вертикально расположенных изогнутых лопастей. Разработанную конструкцию можно использовать в любых регионах Казахстана. Ветроустановка не привязана к погодным характеристикам местности, способна работать при малой освещенности и малых ветрах. Можно применять ее для обеспечения гарантированного минимума энергоснабжения военных объектов в зонах централизованного энергоснабжения, испытывающих дефицит энергии, предотвращения ущерба от аварийных и ограничительных отключений. Кроме того, для обеспечения электричеством как технологических военных потребителей: средства связи, радиолокационные установки, электроприводы боевых систем, осветительные установки, так и технических военных потребителей: госпитали, военные городки, учебные центры и полигоны, подразделения обеспечения военных объектов и части, находящиеся в укрытии, палаточные городки и т.д.

Ключевые слова: мобильная ветроэнергетическая установка, энергообеспечение, войска, энергия ветра, электроэнергия.

Введение

Ветроэнергетика (ВЭ) – одна из самых развитых областей практического использования природных возобновляемых энергоресурсов. Установленная мощность ветроэнергетических установок (ВЭУ) в мире в 2022 году составила 230 ГВт, а производство электроэнергии (ЭЭ) – 581 ТВт·ч, что составит 15,7% от общего энергопотребления [1, 2].

На рисунке 1 показан уровень развития ВЭ в мире, который включает три этапа развития:

I этап – охватывает 1981-1990 гг.;

II этап – охватывает 1991-2000 гг.;

III этап – охватывает 2001-2012 гг., вплоть до 2025 года.

На I этапе ВЭ начинает развиваться в 15 странах. К концу II этапа США считалась основным лидером по вводу мощности (1525 МВт), за ней были Дания (310 МВт) и Германия (60 МВт). К III этапу соответствует период с 2001 по 2012 гг. вплоть до 2025 года [10]. III этап развития – один из решающих этапов для анализа перспектив развития ВЭ, учитывая как положительные, так и отрицательные факторы (рис. 1).

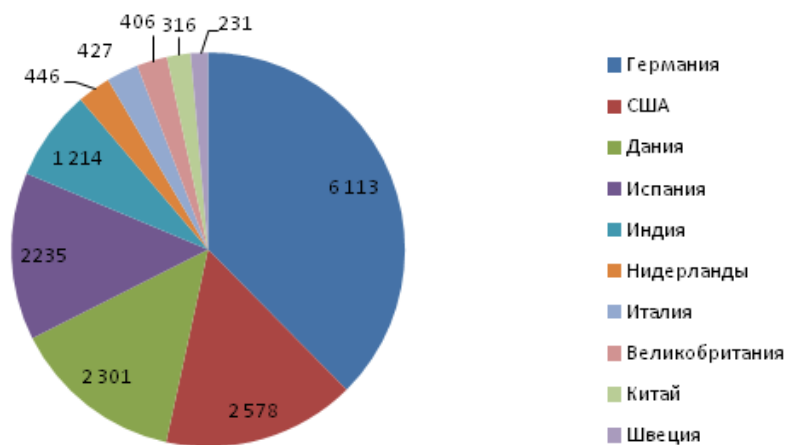


Рисунок 1 – Уровень развития ВЭ в мире, в МВт

К положительным факторам (ПФ) следует отнести:

- снижение зависимости от импорта энергоресурсов;
- наличие мощной промышленной базы, специализирующейся на производстве ВЭУ;
- развитие морских ветроэлектростанций для стран Европы и Америки;
- создание технологий выработки активной и реактивной мощности, что существенно улучшает устойчивую работу энергосистем, в том числе в вооруженных сил (ВС) развитых стран.

К отрицательным факторам (ОФ) следует отнести:

- кризис мировой экономики, в результате чего в некоторых странах сократилась потребность в ЭЭ и снизились темпы развития ВЭ, но намного меньше, чем в других отраслях мировой экономики;
- неподтвержденная высокая стоимость ветроустановок и ЭЭ, которая опровергается многими данными;
- активное и пассивное сопротивление развитию ВЭ традиционных энергетиков, преувеличивающих значение фактора периодичности производства ЭЭ на ВЭУ.

Автором П.П. Безруких, в таблице 1 представлена классификация ВЭУ по масштабу применения в зависимости диапазона мощностей, диаметров и скоростей вращения ветроколеса, которая в настоящее время широко применяется ВЭ для проведения расчетов [3].

Таблица 1 – Классификация ВЭУ по масштабу применения

Класс ВЭУ	Диапазон мощностей, кВт	Диапазон диаметров ветроколеса, м	Диапазон скоростей вращения ветроколеса, об/мин
Очень малые	0,025-1	0,5-2,5	500-2000
	1,5-10	3,0-9,0	200-500
Малые	20-60	10-15	92-140
	75-150	18-24	40-60
Средние	200-300	26-30	40
	400-500	35-40	30-35
Большие	600-750	43-48	30
	900-1300	50-64	20-32
Очень большие	1500-3000	70-90	15-20
	4000-6000	105-124	13-15

Решающее значение III этапа развития ВЭ заключается в том, что будут ли достигнуты показатели прогноза на 2025 год по общей установленной мощности ВЭС: в Европе – 146 ГВт, в мире – 460 ГВт. Достижение этих показателей будет означать, что ПФ развития преобладают над ОФ и прогнозы развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Казахстане, на 2030 год сбудутся с большой долей вероятности, поскольку многие ПФ развития ВЭ весьма справедливы и для других видов ВИЭ [4-7]. По расположению вращения ротора ВЭУ делятся на две группы [8].

ВЭУ включает следующие основные элементы и узлы:

- ротор или ветроколесо, который преобразует энергию ветра в энергию вращения вала;
- мультипликатор;
- генератор, другое механическое и электрическое оборудование;
- башню, которая поддерживает ротор или ветроколесо;
- электрическое и электронное оборудование;
- панели управления, электрические кабели, систему заземления, оборудование для подключения к сети, систему молниезащиты и др.;
- фундамент, определяющий устойчивость ветроустановки при воздействии нагрузки.

Методы исследования

Нами поставлена задача разработать мобильную ВЭУ, которая относится к техническим устройствам, преобразующим энергию ветра в электрическую и не имеющим аналогов.

Для разработки мобильной ВЭУ предъявляются следующие характерные требования:

1. минимальные вес и габариты установки.
2. легкость сборки, разборки, транспортировки и развертывания.
3. небольшая высота установки, определяемая мобильностью.
4. низкая стоимость, простота в эксплуатации и разнообразие конфигурации.
5. независимость от направления ветра и совместимость с другими энергетическими установками.

Разработанную конструкцию можно использовать в любых регионах Казахстана. ВЭУ не привязана к погодным характеристикам местности, способна работать при малой освещенности и малых ветрах.

Можно применять ее для обеспечения гарантированного минимума энергоснабжения военных объектов в зонах централизованного энергоснабжения, испытывающих дефицит энергии, предотвращения ущерба от аварийных и ограничительных отключений. Кроме того, для обеспечения электричеством как технологических военных потребителей: средства связи, радиолокационные установки, электроприводы боевых систем, осветительные установки, так и технических военных потребителей: госпитали, военные городки, учебные центры и полигоны, подразделения обеспечения военных объектов и части, находящиеся в укрытии, палаточные городки и т.д.

Задачей разработанного ВЭУ является минимизация ОФ при использовании ветровой энергии и создание мобильного модуля ветрогенераторов для выработки ЭЭ и электроэнергообеспечения боевой подготовки войск.

Новизна разработанной ВЭУ заключается не столько в самом принципе работы ветровых генераторов, сколько в особенностях его конструкции, способах комплектации и мобильности [9]. Возможность формировать комплекс из модулей ветрогенераторов позволяет создавать многоуровневые и многорядные станции для обеспечения отдельных военных объектов как не имеющих подключение к существующим энергосетям, так и в качестве резервного источника электрической энергии.

Мобильная ВЭУ предназначена для обеспечения электрической энергией военных объектов с потребляемой мощностью не менее 4 кВт·ч, должна иметь конструктивное исполнение, позволяющее:

- обеспечить технологичность изготовления и сборки оборудования;
- осуществлять удобные и быстрые операции «монтажа/демонтажа»;
- осуществлять ее перевозку на транспортном средстве, используемом в воинских подразделениях;
- подключать ее к существующему энергетическому оборудованию с целью создания гибридной энергоустановки;
- выполнять все виды технического обслуживания и ремонта;
- обеспечить требуемую надежность и долговечность при эксплуатации подобных технических систем.

Мобильная ВЭУ обеспечивает работу в широких диапазонах природно-климатических условий: при дожде, тумане, инее, гололеде, снегопаде, пыли, при любом ветре или его полном отсутствии, в солнечную погоду и при отсутствии солнца, в интервале температур окружающего воздуха от минус 50°C до плюс 50°C, при повышенной относительной влажности воздуха до 98%, при пониженном атмосферном давлении до 450 мм рт.ст.

При расчете параметров мощности мобильной ВЭУ необходимо учитывать следующие особенности конструкции и параметры:

- вертикальное исполнение ротора;
- скорость (м/с) и плотность потока ветра в эксплуатируемой климатической зоне;
- полезную ометаемую площадь (м²);
- коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ) лопастью;
- рабочие углы атаки лопастей (определяются с учетом формы самих лопастей с целью достижения максимально возможного КИЭВ).

Мобильная ВЭУ должна быть смонтирована на основе вертикально-осевой роторной турбины мощностью не менее 4 кВт и обеспечивать [10]:

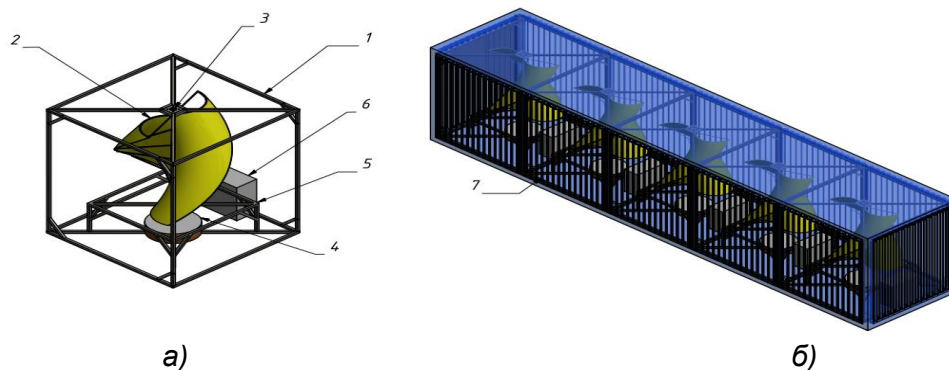
- применение электрогенератора с возможностью одновременного встречного вращения ротора и статора и с обеспечением выхода на номинальное напряжение сети при низких скоростях ветра, использовать простые электрические схемы с асинхронным генератором без риска потерпеть аварию при случайном порыве ветра (рабочая скорость ветра от 0,5 м/с и выше без ограничений);
- расположение подсистем мобильной ВЭУ (генератора, системы автоматики и другого оборудования) на уровне земли с обеспечением безопасности и удобства в проведении технического обслуживания и ремонта.

Мобильная ВЭУ должна иметь следующий минимальный комплект функций дополнительной автоматизации:

- автоматическое включение дополнительных подсистем энергообеспечения на параллельную работу при достижении минимальной рабочей скорости ветра при соблюдении ограничений по току включения;
- автоматическое отключение и остановка мобильной ВЭУ при снижении скорости ветра ниже минимальной, выходе из строя подсистем энергообеспечения или элементов самой конструкции установки;
- автоматическое отключение и остановка мобильной ВЭУ при штормовом ветре, а также при возникновении недопустимо высокого уровня вибраций основных ее подсистем и элементов.

Для увеличения мощности мобильной ВЭУ необходимо предусмотреть возможность увеличения кратного количества модулей, с обеспечением требуемых критериев надежности и прочности конструкции.

Мобильная ВЭУ представляет собой несколько соединенных между собой идентичных секций, каждая из которых состоит из нескольких элементов (рис. 2). Секция ветрогенератора собрана в металлический каркас контейнера, повторяющий форму параллелепипеда, на верхней и нижней грани контейнера закреплен вращающийся вал с подшипником, и с парой идентичных вертикально расположенных изогнутых лопастей. На нижней грани контейнера установлены генератор и крепежная рама. К крепежной раме крепятся системы электрических соединений и автоматического управления.



а – Общее устройство отдельной секции ВЭУ; б – Модуль из пяти секций ВЭУ
1 – металлический каркас контейнера, повторяющий форму параллелепипеда, 2 – пара идентичных вертикально расположенных изогнутых лопастей, 3 – вращающийся вал, закрепленный на верхней и нижней гранях контейнера, 4 – генератор, закрепленный на нижней грани контейнера, 5 – крепежная рама, 6 – системы электрических соединений и автоматического управления, 7 – металлические вращающиеся жалюзи

Рисунок 2 – Мобильная ВЭУ

К основным компонентам системы электрических соединений и автоматического управления относят следующие элементы:

- генератор, служит для выработки переменного тока и заряда аккумуляторных батарей (АКБ);
- контроллер заряда, управляет многими процессами ВЭУ, как заряд аккумуляторов, защитные функции, распределение потоков энергии и преобразовывает переменный ток в постоянный для заряда АКБ;
- АКБ накапливают ЭЭ для использования, выравнивают и стабилизируют выходящее напряжение из генератора;
- автоматический ввод резерва (АВР), обеспечивает резервным электроснабжением нагрузки, подключенные к системе электроснабжения;
- инвертор, преобразовывает постоянный ток в переменный, который накапливается в АКБ для обеспечения потребителей ЭЭ;
- переключатель и предохранители предназначены для обеспечения надежности системы управления ВЭУ и предохранения ее от внезапных перегрузок.

Конструктивное решение позволяет формировать целые комплексы ветровых генераторов (ветропарки, ветрофермы) различных конфигураций (рис. 3).

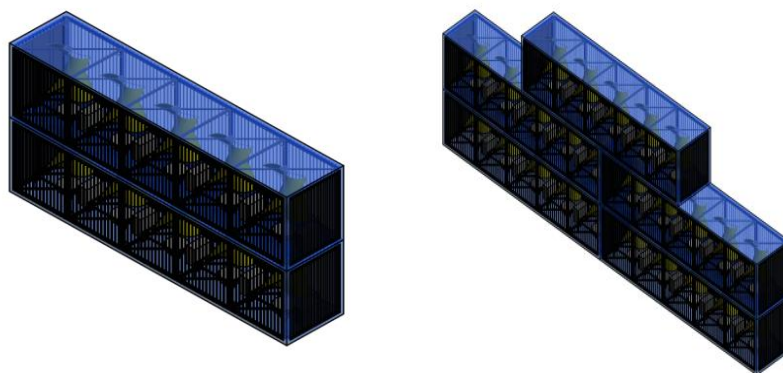


Рисунок 3 – Двух и трехрядные секционные комплексы мобильной ВЭУ

Принцип действия мобильной ВЭУ заключается в следующем. Поток воздуха направляется и усиливается, проходя через металлические жалюзи, за счет изменения угла поворота их пластин. Жалюзи управляются автоматизированной системой, регулирующей угол открытия пластин. Воздушные потоки, попадающие в секцию ветровой установки в контейнере, приводят в движение обе лопасти, закрепленные на вращающемся валу, который передает вращение ротору генератора. В случае ураганного ветра система автоматического управления закрывает жалюзи, предотвращая поломку лопастей.

Каждая секция может работать автономно. Соединяя секции по длине, ширине и высоте, при необходимости их количество можно увеличивать или сокращать в зависимости от объема требуемой выработки ЭЭ.

Вес одной секции не превышает 200 кг. Размер секций позволяет осуществлять их перевозку на контейнеровозах, что обеспечивает супермобильность данного комплекса.

Мобильная ВЭУ – новый перспективный вид энергетической установки для ВС РК, обладающей рядом преимуществ:

- мобильность, за счет возможности перевозки модуля ветрогенераторов в любые районы базирования военных объектов;
- универсальность, возможность формирования различных по конфигурации комплексов, (количество секций, разная форма установки секций по высоте, рядами и т.п.)
- компактность, позволяющая размещать модуль на минимальной площади с выбором подходящего рельефа местности;
- независимость работы ВЭУ от направления ветра;
- безопасность и минимальный уровень шума при работе, что позволяет устанавливать модуль рядом с основными военными потребителями;
- простота в обслуживании и эксплуатации;
- надежность, обеспечиваемая за счет системы защиты от ураганного ветра,

- низкие финансовые затраты, включая отсутствие необходимости в больших расходах на изготовление ВЭУ.

Результаты исследования

Обобщая опыт теоретических исследований по изучению и внедрению мобильной ВЭУ в повседневную деятельность ВС РК, предложена конструкция мобильной ВЭУ, которая позволяет решить задачи бесперебойного энергообеспечения ВС, других войск и воинских формирований РК, дислоцирующихся вдали от линий электропередач, обладающий всеми необходимыми характеристиками для обеспечения бесперебойной работы оборудования полигона, жизнедеятельности и условий работы его личного состава в любое время года и суток.

Также может применяться для полевого электроэнергетического обеспечения войск, в воинских частях, расположенных вдали от крупных населенных пунктов, выполняющих задачи в пограничной зоне государства, испытывающих регулярные проблемы с электрическим питанием, как лучшее аэродинамическое и конструктивное решение.

Обсуждение научных результатов

Для бесперебойного энергообеспечения войск необходимы такие ВЭУ, которые исключают зависимость их энергопроизводительности от изменений направления ветра. Этому требованию соответствуют ветроустановки с вертикальной осью вращения, перерабатывающие с одинаковой эффективностью ветер вне зависимости от его направления. Учитывая условия и факторы, использование энергии ветра должно быть многовариантным и комплексным, что в свою очередь позволит ускорить эффективное применение ветрогенераторов для обеспечения электричеством военных потребителей.

Заключение

Таким образом, разработка мобильной ВЭУ позволит решить проблемы бесперебойности электропитания войск. Преимущества данного устройства заключаются в его мобильности, секционности и возможности размещения в любых условиях природной среды и т.д. Мобильная ВЭУ представляет собой простую и компактную конструкцию с вертикальной осью вращения, может применяться в полевых условиях, на военных объектах, расположенных вдали от населенных пунктов, в подразделениях, выполняющих задачи в пограничной зоне государства и испытывающих регулярные проблемы с электрическим питанием.

Список литературы

1. Дмитриев Е. Технологии подъема. [Электрон. ресурс] – 2014. – URL: <http://www.kazpravda.kz/c/1245885696> (дата обращения: 15.03.2023).
2. Возобновляемая энергетика в Казахстане. [Электрон. ресурс] – 2019. – URL: <http://www.kazenergy.com/ru/2-44-45-2011/1473-2011-07-29-17-55-58.html> (дата обращения: 17.03.2023).
3. Безруких П.П., Безруких П.П. (мл.), Грибков С.В. Ветроэнергетика: справочно-методическое издание / под общ. ред. П.П. Безруких. – М.: Интехэнергоиздат, Теплоэнергетик, 2014. – 304 с.
4. Ветровой атлас Казахстана. [Электрон. ресурс] – 2018. – URL: <http://windenergy.kz/rus/pages/vetroenergetika.html> (дата обращения: 16.03.2023).
5. Бухарбаев К.С. Возобновляемые источники энергии в Республике Казахстан. [Электрон. ресурс] – 2015. – URL: <http://www.interelectro.ru/index> (дата обращения: 16.03.2023).
6. Комплексный план повышения энергоэффективности Республики Казахстан на 2012-2015 годы. Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан. – Астана, 2011. – 45 с.
7. Школьник В.С., Болотов А.В., Болотов С.А. Ветроэнергетика автономная, системная, масштабы, инновации, V Астанинский экономический форум. – Астана, 2012. – 260 с.
8. Болотов А.В., Болотов С.А., Стребков В.С. Роторные ветрогенераторы // Сборник научных трудов и инженерных разработок V Российской выставки "Изделия и технологии двойного назначения". – Москва, 2004. – С. 34-38.
9. Инновационный патент № 3631 Республика Казахстан, 2018/0318.2. Мобильный секционный модуль ветрогенераторов / Адильбеков Е.К., патентообладатель. – № 3631; заявл. 11.05.2018; опубл. 08.02.2019, Бюл. № 6 НИИС РК. – 3 с.

10. Адильбеков Е.К., Бердибеков А.Т. К вопросу о применении ветрогенераторов с вертикальной осью вращения // Вестник Национального университета обороны имени Первого Президента РК – Елбасы. – 2018. – № 4 (80). – С. 123-127.

References

1. Dmitriev E. Lifting technologies. [Electron. resource] – 2014. – URL: <http://www.kazpravda.kz/c/1245885696> (accessed: 15.03.2023). (In Russian).
2. Renewable energy in Kazakhstan. [Electron. resource] – 2019. – url:<http://www.kazenergy.com/ru/2-44-45-2011/1473-2011-07-29-17-55-58.html> (date of address: 17.03.2023). (In Russian).
3. Bezrukikh P.P., Bezrukikh P.P. (ml.), Gribkov S.V. Wind Power engineering: reference and methodological edition / under the general editorship of P.P. Bezrukikh. – M.: Intehenergoizdat, Teploenergetik, 2014. – 304 p. (In Russian). (In Russian).
4. Wind Atlas of Kazakhstan. [Electron. resource] – 2018. – URL: <http://windenergy.kz/rus/pages/vetroenergetika.html> (date of reference: 16.03.2023). (In Russian).
5. Bukharbayev K.S. Renewable energy sources in the Republic of Kazakhstan. [Electron. resource] – 2015. – URL: <http://www.interelectro.ru/index> (date of reference: 16.03.2023). (In Russian).
6. Comprehensive Energy Efficiency Improvement Plan of the Republic of Kazakhstan for 2012-2015. Approved by the decree of the Government of the Republic of Kazakhstan. – Astana, 2011. – 45 p. (In Russian).
7. Shkolnik V.S., Bolotov A.V., Bolotov S.A. Wind power autonomous, systemic, scale, innovation, V Astana Economic Forum. – Astana, 2012. – 260 p. (In Russian).
8. Bolotov A.V., Bolotov S.A., Strebkov B.C. Rotary wind generators // Collection of scientific papers and engineering developments of the V Russian exhibition "Dual-use products and technologies". – Moscow, 2004. – pp. 34-38. (In Russian).
9. Innovation patent No. 3631 Republic of Kazakhstan, 2018/0318.2. Mobile sectional module of wind generators / Adilbekov E.K., patent holder. – No. 3631; application. 11.05.2018; publ. 08.02.2019, Bul. No. 6 of the NIIS RK. – 3 p. (In Russian).
10. Adilbekov E.K., Berdibekov A.T. On the issue of the use of wind turbines with a vertical axis of rotation // Bulletin of the National Defense University named after the First President of the Republic of Kazakhstan – Elbasy. – 2018. – № 4 (80). – Pp. 123-12. (In Russian).

Б.Б. Кабулов^{1*}, Е.К. Адильбеков²

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
010011, Астана қаласы, Жәніс даңғылы, 62

²ҚР Тұңғыш Президент - Елбасы атындағы Ұлттық қорғаныс университеті
020000, Астана қаласы, Тұран даңғылы, 72

*e-mail: bolatkabylov@mail.ru

ӘСКЕРЛЕРДІ ЭНЕРГИЯМЕН ЖАБДЫҚТАУ МОБИЛЬДІ ЖЕЛ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа: Ғылыми мақала ЖТН № АР148039/0222 «Қазақстан Республикасы Қарулы Күштерінің, басқа да әскерлері мен әскери құралымдарының объектілерін электр энергетикасымен қамтамасыз ету үшін параметрлердің ғылыми-техникалық негіздемесі және жел энергетикалық қондырғысын әзірлеу» 2022-2024 жылдарға арналған гранттық қаржыландыру ғылыми жобасын орындау шеңберінде жарияланды (зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады). Мақалада әскерлерді энергиямен жабдықтау жылжымалы жел электр станциясын жетілдіру нәтижелері берілген. Қазақстанның Қарулы Күштерінде жел энергиясын электр энергиясына айналдыратын және теңдесі жоқ техникалық құрылғыларды жасау және енгізу қажеттігі туындап отыр. Зерттеу нәтижесінде негізгі элементі жұп бірдей тігінен орналасқан қисық қалақтарды құрайтын жылжымалы жел электр станциясы жетілдірілді. Жетілдірілген конструкцияны Қазақстанның кез келген аймағында қолдануға болады. Жел қондырғысы аймақтың ауа-райының ерекшеліктеріне байланысты емес, ол аз жарықта және аз желде жұмыс істей алады. Ол энергия тапшылығын сезінетін орталықтандырылған электрмен жабдықтау аймақтарындағы әскери объектілерді

кепілдендірілген минималды электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету, авариялық және шектеуші өшірулерден залалдың алдын алу үшін пайдаланылуы мүмкін. Сонымен қатар, технологиялық әскери тұтынушыларды да, сондай-ақ: байланыс құралдарын, радиолокациялық қондырғыларды, жауынгерлік жүйелердің электр жетектерін, жарықтандыру қондырғыларын және де техникалық әскери тұтынушыларды: госпитальдарды, әскери қалашықтарды, оқу-жаттығу орталықтары мен полигондарын, жабық орналасқан әскери объектілері мен бөлімдерін жабдықтау бөлімшелерін, шатырлы қалашықтарды және т.б. электр энергиясымен қамтамасыз ету үшін қолданылады.

Түйін сөздер: жылжымалы жел электр станциясы, энергиямен жабдықтау, әскерлер, жел энергиясы, электр энергиясы.

B. Kabulov^{1*}, E. Adilbekov²

¹S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University
010011, Astana city, 62 Zhenis avenue

²National Defense University named after the First President of the Republic
of Kazakhstan – Elbasy
020000, Astana city, 72 Turan avenue

*e-mail: bolatkabylov@mail.ru

DEVELOPMENT OF A MOBILE WIND POWER PLANT FOR POWER SUPPLY OF THE TROOPS

The scientific article was published as part of the implementation of the scientific project of grant funding for 2022-2024 IRN № AP148039/0222 «Scientific and technical substantiation of the parameters and development of a wind power plant for the electric power supply of the objects of the Armed Forces, other troops and military formations of the Republic of Kazakhstan» (the study is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan). The article presents the results of the development of a mobile wind power plant for the energy supply of troops. In the Armed Forces of Kazakhstan, there is a need to create and implement technical devices that convert wind energy into electrical energy and have no analogues. As a result of the research, a mobile wind power plant was developed, the main element of which is a pair of identical vertically arranged curved blades. The developed design can be used in any regions of Kazakhstan. The wind plant is not tied to the weather characteristics of the area, it is able to operate in low light and low winds. It can be used to ensure a guaranteed minimum power supply to military facilities in areas of centralized power supply experiencing a shortage of energy, to prevent damage from emergency and restrictive shutdowns. In addition, to provide electricity to both technological military consumers: communication equipment, radar installations, electric drives of combat systems, lighting installations, and technical military consumers: hospitals, military camps, training centers and training grounds, military facilities support units and units located in shelter, tent cities, etc.

Key words: mobile wind power plant, power supply, troops, wind power, electricity.

Сведения об авторах

Болат Бейсенғалиевич Кабулов* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Теплоэнергетика», Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Еркін Корабаевич Адильбеков – доктор PhD, заместитель начальника факультета, Национальный университет обороны имени Первого Президента РК – Елбасы, e-mail: erkin-ak@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Болат Бейсенғалиевич Кабулов* – техника ғылымдарының кандидаты, «Жылуэнергетика» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Еркін Корабаевич Адильбеков – PhD докторы, факультет бастығының орынбасары, ҚР Тұңғыш Президент – Елбасы атындағы Ұлттық қорғаныс университеті, e-mail: erkin-ak@mail.ru

Information about of authors

Bolat Beisengalieovich Kabulov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Heat and Power Engineering, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Yerkin Korabayevich Adilbekov – PhD, deputy head of faculty, National Defense University named after the First President of the Republic of Kazakhstan – Elbasy, e-mail: erkin-ak@mail.ru.

Материал поступил в редакцию 10.04.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-2(10)-4

МРНТИ: 55.19.01

Қ.Қ. Мамырбаев*, Е.Т. Абилямажинов¹

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі., 20 А
*e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru

МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ КЕЗІНДЕ КЕСУ ПРОЦЕСІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН ТЕМПЕРАТУРАНЫ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Бұл ғылыми мақалада кесу процесінде пайда болатын жылу құбылыстары, кесу процесінің температурасын өлшеу мысалдары қарастырылған. Кесу температурасын өлшеудің 4 әдісі ұсынылып, ең қолайлы әдісі анықталды. 1 әдіс – кескіште болатын орташа температураны анықтау. 2 әдіс – жасанды термопар әдісі. 3 әдіс – кескіштің белгілі бір учаскелерінде температураның таралуын эксперименталды түрде алу әдісі. 4 әдіс – аналогты немесе эксперименттік деректерді есептеу арқылы алу әдісі. Осы әдістер толығымен қарастырылып, кемшіліктерімен артықшылықтары салыстырылып, ең оңтайлы әдіс таңдалды. Сонымен қатар, құралдың да кесу процесіне әсері айтылды. Мәселен, құралға түсетін жылу үлесінің төмендеуі құралдың жанасу төсемдеріндегі және кесу сынасының өзінде температураның төмендеуін білдірмейді. Керісінше, кесу жылдамдығы артқан сайын температура айтарлықтай артады. Материалдың да кесу процесінің дәлдігіне әсері айтылды. Болат 40Х материалы мысалға алынды. Оның жылу өткізгіштік қасиетін ескере отырып, кесу процесінде пайда болатын температуралық деформациясы анықталды. Яғни, өңделетін материалдың жылу өткізгіштігі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым дайындамаға жылу көп беріледі. Сонымен қатар, бұл мақалада, құралдың тозу қарқындылығының әсері жайлы да айтылды.

Түйін сөздер: кесу құралдары, кесу температурасы, температуралық деформация, температуралық өріс, калориметриялық әдіс.

Кіріспе

Кесу кезіндегі жылу құбылыстары. Кесу құралдарының түйіскен жерлеріндегі пластикалық деформациялар мен үйкеліс көп жылу шығарумен бірге жүреді, сондықтан құрал мен дайындама өте жоғары температураға дейін қызады. Сонымен қатар, құралды жылыту оның тозуын, қолайлы кесу режимдерінің деңгейін және өңдеу өнімділігін анықтайды, ал дайындаманы жылыту өңдеудің дәлдігіне және өңделген беттердегі технологиялық қалдық кернеулер деңгейіне әсер етеді. Кесу температурасы материалдарды кесу кезінде пайда болатын физикалық құбылыстардың заңдылықтарына және олардың өзара байланысына да әсер етеді. Кесу кезінде бөлінетін жалпы жылу мөлшері [1]:

$$Q = Q_{\phi} + Q_{\gamma} + Q_1 \quad (1)$$