

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 3 (2023)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/YBCY7199>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *д.т.н., профессор*
Алиферов А.И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Кошеков К.Т., *д.т.н., профессор*
Приходько Е.В., *к.т.н., профессор*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD*
Омарова А.Р., *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/VXWG4153>

***А. А. Бектасова¹, А. К. Ашимова¹, К. Б. Шақенов¹,
Е. А. Сарсенбаев¹**

¹Satbayev University, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

e-mail: Bektasova_aa@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И АНАЛИЗ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данной статье представлены перспективы развития возобновляемой энергетики Казахстана. Произведен анализ ветроэнергетического оборудования. Рассмотрены типы ветряных установок (по количеству лопастей, по номинальной мощности, по направлению оси, по месту расположения). Показаны различия между ветряками, у которых оси вращения: горизонтальная и вертикальная. Отмечено, что горизонтальные установки необходимо по направлению ветра ориентировать, в отличие от вертикальных. Также для горизонтальных ветряков обязательным условием является высокая мачта, так как потоки ветра интенсивнее на высоте на ротор. Меньше нуждаются в этом вертикальные установки. Эффективность работы выше в целом у горизонтальных устройств, чем у вертикальных. В статье рассмотрены типы ветрогенераторов. Описаны конструкции, особенности их конструкции, достоинства и недостатки. Рассмотрены принципы работы устройств, область применения. Рассмотрен коэффициент полезного действия для вертикального и горизонтального ветрогенераторов. Коэффициент полезного действия для вертикального и горизонтального ветряных турбин имеют примерно одинаковое значение. Для вертикальных ветряков это 20 – 30 %, для горизонтальных установок 25 – 35 %.

Отмечено в статье, что интерес к возобновляемой энергетике, а именно ветроэнергетика, помогает определять странам вопросы экологии и энергетической безопасности.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, ветрогенераторы, ветроколеса, ветротурбины, лопасть

Введение

В последнее время в мире проводятся исследования по созданию мощных ветряных электростанций (несколько сотен МВт), подключенные к сетевым энергосистемам государства. Каждый год увеличивается финансирование в ветроэнергетике, а, следовательно и повышается качество работ и объем работ в данной отрасли. Казахстан наравне со всеми странами мира объединяет одно общее активное стремление к развитию различных видов возобновляемой энергетики, таких, как ветер, солнце, геотермальные источники и биологическое топливо.

В Казахстане развитие и создание возобновляемой энергетики определено законами РК «Об энергосбережении», «Об энергетике», «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» и другими законодательными постановлениями.

В настоящее время, государство выделяет всё больше инвестиций в сферу производства электроэнергии возобновляемыми источниками энергии, в этой связи объемы выработки растут в среднем на 3 % в год.

В соответствии положения о переходе нашей страны к «зелёной» экономике, процентное соотношение возобновляемых источников электрической и механической энергии к 2030 году планируется составлять 10 % от объёма производства энергии, к 2050 году планируется 50 %, с учётом нетрадиционной энергетики.

Материалы и методы Основой работы ветроэнергетических установок является способ преобразования силы ветра, которая преобразует кинетическую энергию воздушного потока во вращательную механическую энергию ротора, которая затем используется для вращения вала электрогенератора. Способ преобразования энергии ветра обязательно состоит из двух основных групп: 1 – Механической (аэродинамической) группы (ротора, (мультипликатор), и 2 – Электрической (электродинамической) группы (электрогенератор с системой преобразования электроэнергии) (рисунок 1).

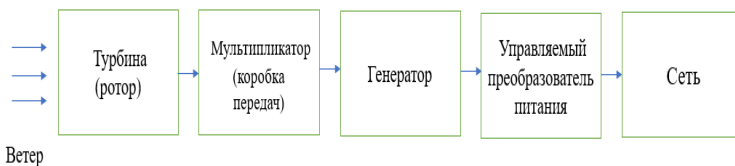


Рисунок 1 – Структурная схема для системы преобразования ветра, подключенной к электросети

Классификация ветроэнергетических установок. Ветряная турбина, преобразующая энергию ветра в электрическую или механическую энергию, делает ее пригодной для практического использования. Механическая энергия применяется в отдаленных районах для подъема уровня воды. Ветроэлектростанции вырабатывают электроэнергию для промышленных и бытовых нужд, работая независимо в общей электросети или совместно с другими электростанциями.

Ветрогенераторы характеризуются экологичностью и обеспечивают потребителей в течение неограниченного времени бесплатной энергией. Ветрогенераторы – ветроэлектростанции имеют разную мощность, что позволяет применять их в разных областях.

Обычно ветроэлектростанции устанавливаются на возвышенностях (холмы, горы), побережья морей и океанов, где постоянные активные потоки воздуха. Этим достигается максимальная эффективность. Главной деталью ветроустановки является рабочее колесо, которое выполняет функцию турбины. Обычно используются конструкции ветротурбин с тремя лопастями в виде пропеллера (рисунок 2), устанавливаемые на значительной высоте от поверхности земли. [1]



Рисунок 2 – Конструкции ветротурбин в виде пропеллера

В принципе работы ветротурбин используется энергии ветра. Поток ветра действует на лопасти рабочего колеса, заставляя их вращаться. Далее передается на генератор, который вырабатывает электроэнергию. Заряжает аккумуляторы генератор, от которых он подается на инвертор, который создает переменный ток напряжением 220 В 50 Гц, необходимый пользователям.[2]

Реальный к.п.д. лучших ветровых колес достигает 45 % в случае устойчивой работы при оптимальной скорости ветра. [3]

К основным критериям, определяющим типы ветряных турбин, относятся следующие:

– Разница в числе лопастей. До 4 лопастей имеют быстроходные и малоллопастные, а выше – соответственно тихоходные устройства с многолопастями. Частота вращения двигателя зависит от числа лопастей. Она выше, чем меньше число лопастей.

– Значение номинальной мощности. Установки бывают: бытовыми (до 15 кВт), полупромышленными (от 15 до 100 кВт), а также промышленными (от 100 кВт до 1 Мвт).

– Направление оси. Обычно применяются два типа. Первая конструкция имеет горизонтальную ось, перпендикулярную движению ветра, которая напоминает обычный атмосферный флюгер. Такие генераторы характеризуются высокой эффективностью и разумной ценой. Вторая конструкция генератора с вертикальной осью компактна, не зависящая от направления воздушных потоков. Ее лопасти имеют вид турбин. Мощность такой конструкции значительно меньше, так как снижается нагрузка на ось. Возможно использование нескольких генераторов на электростанциях с разными осями, подключенных к сети, что позволяет получать высокую мощность на относительно небольшой площади.

– По местоположению. Наземные установки широкого применения. Они расположены в горах и на высокогорьях, также на площадках специально подготовленных. Прибрежные ветростанции устанавливаются вблизи побережий морей и океанов. Электричество круглосуточное, без перебоев. Шельфовые ветростанции строятся в море на расстоянии 10 – 12 км от побережья. Здесь генераторы применяют энергию, вырабатываемую обычными морскими ветрами. [4]

Ветроустановки в зависимости от расположения оси вращения бывают горизонтально-осевые и вертикально-осевые.

Первая группа, как правило, бывают крыльчатого или пропеллерного типа (рисунок 3а). В этом случае плоскость вращения воздушного колеса перпендикулярна направлению потока ветра, а ось соответственно параллельна потоку. Рабочее колесо может находиться за опорной башней, а также перед ней.

В ветроэлектростанциях обычно применяется 2- или 3-лопастные ветроколеса, плавностью хода характеризуются с тремя лопастями. Электрический генератор обычно располагается в поворотной головке в верхней части башни. Многолопастные ветроколеса развивают даже при

слабой скорости ветра большой крутящий момент, использующиеся для агрегатирования машин, не требующих высоких скоростей.

С вертикальной осью ветроустановки (рисунок 3б) при любом направлении потока ветра, благодаря расположению оси вращения, находятся в рабочем состоянии, ось вращения ветряного колеса перпендикулярна потоку ветра. В такой ветроэлектростанции, удлинив вал, генератор возможно разместить в нижней части башни.

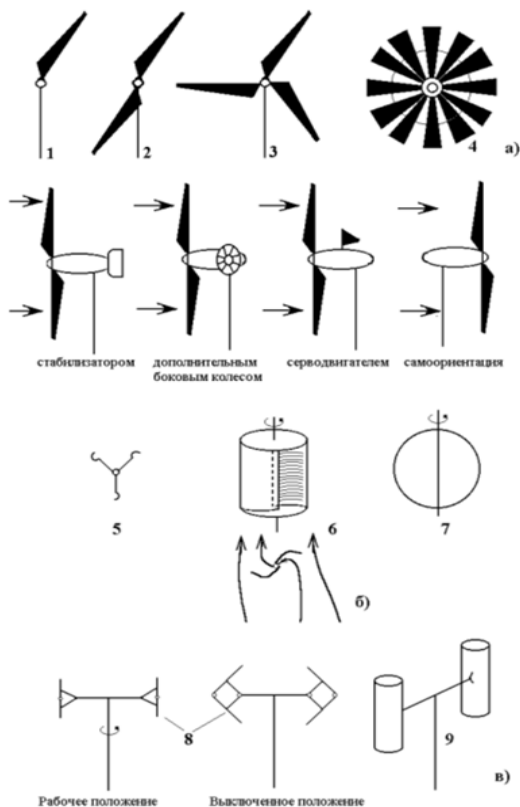


Рисунок 3 – Основные виды ветряных колес с горизонтальной (а) и вертикальной осью (б): 1 – однолопастное колесо; 2 – двухлопастное; 3 – трехлопастное; 4 – многолопастное; 5 – чашечный анемометр; 6 – ротор Савониуса; 7 – ротор Дарье; 8 – ротор Масгрува; 9 – ротор Эванса

Результаты и обсуждение Различием между двумя типами конструкций является необходимость ориентировать горизонтальное оборудование по направлению потока ветра и неприхотливость к этому вертикальных ветряных турбин. Кроме того, обязательным условием для горизонтальных ветряков является высокая мачта, так как данное расположение обеспечивает максимальную эффективность, воздушные потоки интенсивнее воздействуют на ротор. Вертикальные установки не требуют подъема над уровнем земли.

В то же время эффективность горизонтальных ветряных турбин, как правило, выше, чем у вертикальных ветряков. Связано это с тем, что лопасти вертикальных устройств оказывают благотворное воздействие на рабочие установки и противодействуют нагрузкам с обратной стороны. Уменьшение уравновешивающего эффекта потока на обратных сторонах лопастей есть главная задача конструкторов, разрабатывающих наиболее выгодную форму рабочего ветроколеса.[2]

Рассмотрим эти типы поподробнее, потому что каждый из них имеет разработки и усовершенствования.

Типы вертикальных ветрогенераторов (карусельного типа)

Вертикальные ветряные турбины часто применяются для бытовых нужд. Ими легко управлять. Требующие внимания основные узлы располагаются в нижней части установки, также они свободные для доступа.

1 Установки-генераторы с ротором Савониуса, состоящие из двух цилиндров. Ветровой поток не зависит от постоянного осевого вращения. И при резких порывах ветра он вращается с первоначально установленной скоростью.

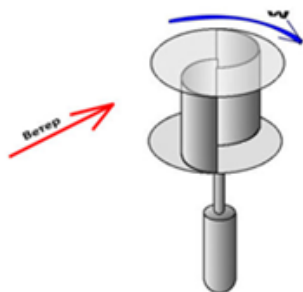


Рисунок 4 – Ротор Савониуса

Хорошим преимуществом является отсутствие влияния на скорость вращения потока ветра. К недостатку можно отнести то, что использование силы ветра не на полную мощность, а только на треть. Данное устройство может работать всего с одной четвертью оборота.

2 Устройство с ротором Дарье имеет две или три лопасти. Прост в установке. Дизайн прост и понятен. Работать может начать от ручного запуска.

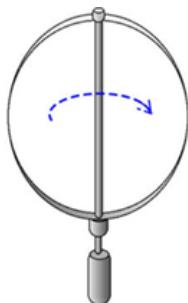


Рисунок 5 – Ротор Дарье

К недостатку можно отнести маломощность. Сильная вибрация вызывает много шума из-за большого количества лопастей.

3 Устройство с геликоидным ротором. Вращение генератора происходит равномерно за счет закрученных лопастей. Подшипники быстрой деформации не подвержены, тем самым продлевая срок службы.

Монтаж установки требует много времени, так как связано с трудностями при монтаже. Сложная технология производства отразилась на высокой стоимости.

4 Многолопастный ротор

Эффективность таких турбин высока благодаря конструкции вертикально-осевой, так как заставляет вращаться даже при слабом ветре.

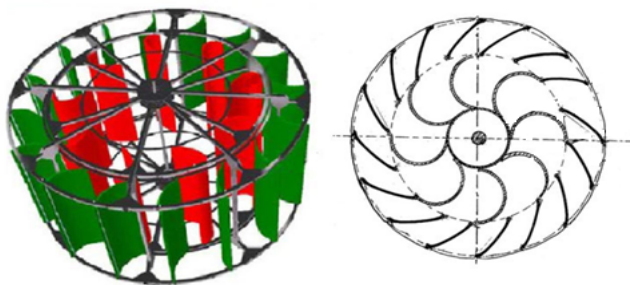


Рисунок 6 – Многолопастный ротор

Он является мощным преобразователем, использующий по максимуму энергию ветра. Высокая стоимость. К недостатку относится высокий фоновый шум. Может генерировать значительно больший объем электричества.

5 Устройство с ортогональным ротором вырабатывает энергию при ветре, скорость которого составляет 0,7 м/сек. Устройство состоит из лопастей и вертикальной оси. При применении в работе не шумный, необычный дизайн. Срок эксплуатации – несколько лет.

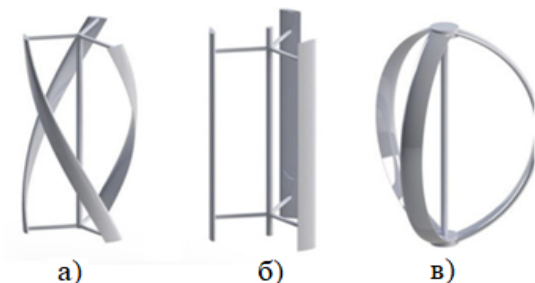


Рисунок 7 – Ортогональные роторы:
а) геликоидный, б) с прямыми лопастями, в) Дарье

При монтаже установки вызывает сложность большой вес. Конструкция громоздкая.

К преимуществам вертикальных ветряков можно отнести:

- 1) Эксплуатация генераторов возможна при слабом ветре.
- 2) Не зависят от направления ветра.
- 3) Устанавливаются на небольшой мачте, следовательно можно обслуживать установку на земле.
- 4) Низкий уровень шума ≈ 30 дБ
- 5) Различный красивый внешний вид.

Основным недостатком является то, что энергия ветра используется не в полной мере из-за низкой скорости вращения ротора.

Устройство в виде горизонтальных ветрогенераторов (крыльчатые)

Различные модификации этих установок варьируются от одной до трех лопастей и более. Благодаря этому эффективность работы выше, чем у вертикальных ветрогенераторов.

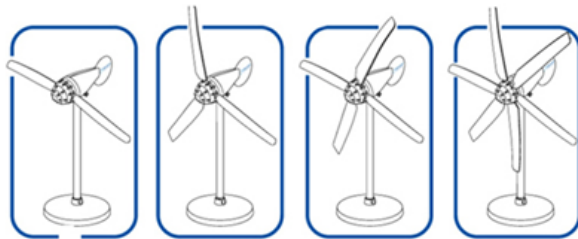


Рисунок 8 – Виды горизонтальных ветрогенераторов

Недостатком ветряных турбин является то, что они зависят от направления ветрового потока. Скорость вращения ветряка снижается при постоянном подстраивании к направлению ветрового потока, что понижает производительность.

1) Однолопастные и двухлопастные ветряки. Устройства с высокой скоростью двигателя. Благодаря небольшому весу и габаритам просты в монтаже.

2) Трехлопастный ветрогенератор, генерирующий до 7 МВт, распространен на рынке.

3) Многолопастные устройства, используются в насосах для воды, число лопастей может составлять до 50 лопастей.

Чаще на рынке стали встречаться гибридные ветрогенераторы, отличающиеся своей конструкцией от классической.

1) Ветровой генератор в виде парусника

Конструкция в виде тарелки под давлением воздуха приводит в действие поршни, которые приводят в действие гидравлическую систему. В результате физическая энергия преобразуется в электрическую.



Рисунок 9 – Ветрогенератор по типу парусника

Во время работы устройство не издает никакого шума. Показатели мощности высокие. Легка в управлении.

2) Устройство в виде летающего ветрогенератор-крыла применяют без мачты, ветрогенератора, ротора и лопастей. Это и является его преимуществом (высокая стоимость и сложность при монтаже мачт, влияние нестабильности силы ветрового потока).



Рисунок 10 – Летающий ветрогенератор-крыло

Летающий ветрогенератор-крыло запускают на 550 метров в высоту. Выработка электроэнергии составляет 1 мВт в год. Производят «крыло» в компании Makani Power. [12]

Эффективность работы ветрогенераторов

Коэффициент полезного действия для вертикального и горизонтального ветряных турбин имеют примерно одинаковое значение. Для вертикальных ветряков это 20–30 %, для горизонтальных установок 25–35 %.

Выводы

Ветроэлектростанции являются хорошим вариантом решения проблемы снабжения электричеством отдаленных регионов. При профессиональном подходе и использовании оптимально правильного набора оборудования можно создать как небольшие электростанции, которые способны обеспечивать энергоснабжением отдельные здания, так и крупных установок – для населенных пунктов.

Возможности выработки электроэнергии без ущерба для окружающей среды региона следует уделять приоритетное внимание, и ветроэнергетика на сегодняшний день является успешным решением этой проблем. [2]

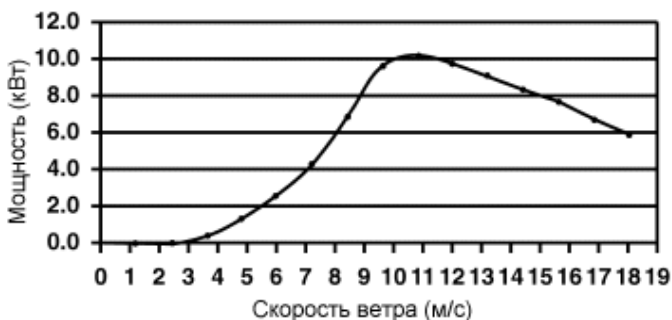


Рисунок 11 – Зависимость мощности от скорости ветра

Эффективность работы ветрогенераторов (коэффициент полезного действия) зависит от вида ветровых турбин и скорости ветрового потока. Производители повышают КПД вертикальных ветряных турбин до 15 %, меняя подшипники постоянными неодимовыми магнитами. Это приводит к высокой стоимости конструкции (при этом эффективность повышается незначительно всего на 3–5 %).

Оба типа не отличаются по сроку службы. В среднем срок службы рассчитан на 15–25 лет. Быстрее всего изнашиваются лопасти и подшипниковый узел. Срок эксплуатации определяется качеством обслуживания.

Будущее принадлежит ветроэнергетике. Во времена нехватки сырья и серьезных проблем энергетической политики теперь всем ясно: энергия будущего производится в основном за счет ветра. Новые технологии и инновации показывают, что мы только в начале пути использования энергии ветра.

Ветроэнергетика в настоящее время, выступая как источник электрической энергии, помогает многим странам решать проблемы энергетической безопасности и охраны окружающей среды.

Энергоэффективность ветроэнергетики важна по следующим причинам:

- отсутствие вредных выбросов;
- неисчерпаемость энергетического ресурса;
- широкий ассортимент на рынке ветроэнергетических устройств;
- конкурентоспособная стоимость на электроэнергию;
- короткие сроки установки (строительства) ветровых электростанции с необходимой нагрузкой и адаптацией к местному климату;
- обеспечение энергоснабжением потребителей в отдаленных регионах.

В республике Казахстан разработана Национальная Программа развития ветроэнергетики. Хорошие перспективы на развитие ветроэнергетики

определяет климатическая территория (у 10 % территории нашей страны среднегодовая скорость ветра составляет 6 м/с и выше).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Ветряные электростанции [Текст]. [Electronic resource]: – https://electric-220.ru/news/vetrjanye_ehlektrostancii/2019-08-27-1737

2 Особенности ветроэнергетических установок: достоинства и недостатки оборудования [Текст]. [Electronic resource]: – <https://energo.house/veter/vetroenergeticheskie-ustanovki.html>

3 Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире [Текст]. [Electronic resource]: – <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-2-2-1>

4 Ветряные электростанции [Текст]. [Electronic resource]: – https://electric-220.ru/news/vetrjanye_ehlektrostancii/2019-08-27-1737

5 Различные виды и типы ветрогенераторов [Текст] // [Electronic resource]: – <https://altenergiya.ru/veter/vidy-vetrogeneratorov.html>

6 Основные виды ветрогенераторов: вертикальные, горизонтальные [Текст]. [Electronic resource]: – <https://tcip.ru/blog/wind/osnovnye-vidy-vetrogeneratorov-vertikalnye-gorizontalnye.html?ysclid=lf12f71slm543542662>

7 **Безруких, П. П., Безруких, П. П. (мл.), Грибков, С. В.** Ветроэнергетика : Справочное и методическое издание / Под общей редакцией П. П. Безруких. – М. : «ИнтехэнергоИздат», «Теплоэнергетик», 2014. — 304 с. (с. 110). [Текст] // [Electronic resource]: – https://rawi.ru/wp-content/uploads/2021/01/vetroenergetika-spravochno-metodicheskoe-izdanie-by-bezrukih-p.p.-bezrukih-p.p.-ml.-gribkov-s.v.-z-lib.org_.pdf

8 Быстроходность ветрогенераторов. [Текст] // <https://thepresentation.ru/img/tmb/1/68089/ba7b969b5866c814c284418a6ee27b83-800x.jpg>

9 Виды ветрогенераторов : плюсы и минусы, производители устройств и необычные конструкции. [Текст] // [Electronic resource]: – <https://energyuuuugo.house/veter/vidy-vetrogeneratorov.html>

10 Вертикальный ветрогенератор 2 кВт FalconEuro, российский – цена от производителя – доставка по РФ. [Текст] // [Electronic resource]: – <https://proinstrument-shop.ru/products/vertikalnyj-vetrogenerator-2-kvt>

11 Yingwei Wang, Yufeng Guo, Dongrui Zhang. Optimal ancillary control for frequency regulation of *wind turbine generator* based on improved fatigue load sensitivity // International Journal of Electrical Power & Energy Systems 17 November 2021 [Текст] // [Electronic resource]: – <https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-electrical-power-and-energy-systems>

12 13 years of Makani airborne wind energy knowledge available open source электростанции [Текст]. [Electronic resource]: – <https://www.tudelft.nl/en/2020/1r/13-years-of-makani-airborne-wind-energy-knowledge-available-open-source>

REFERENCES

1 Vetryanye elektrostantsii [Wind farms] [Text]. [Electronic resource]: – https://electric-220.ru/news/vetryanye_ehlektrostantsii/2019-08-27-1737

2 Osobennosti vetroenergeticheskikh ustanovok: dostoinstva i nedostatki oborudovaniya [Features of wind power plants: advantages and disadvantages of equipment] [Text]. [Electronic resource]: – <https://energo.house/veter/vetroenergeticheskie-ustanovki.html>

3 Elektroenergetika i ohrana okruzhayushchey sredy. Funktsionirovanie energetiki v sovremennom mire [Electric power industry and environmental protection. Functioning of energy in the modern world] [Текст]. [Electronic resource]: – <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-2/2-2-1>

4 Vetryanye elektrostantsii [Wind farms] [Text]. [Electronic resource]: – https://electric-220.ru/news/vetryanye_ehlektrostantsii/2019-08-27-1737

5 Razlichnye vidy i tipy vetrogeneratorov [Various types and types of wind turbines] [Text] // [Electronic resource]: – <https://altenergiya.ru/veter/vidy-vetrogeneratorov.html>

6 Osnovnye vidy vetrogeneratorov: vertikal'nye, gorizontal'nye [The main types of wind turbines: vertical, horizontal] [Text]. [Electronic resource]: – <https://tcip.ru/blog/wind/osnovnye-vidy-vetrogeneratorov-vertikalnye-gorizontalnye.html?ysclid=lf12f71slm543542662>

7 **Bezrukih, P. P., Bezrukih, P. P. (ml.), Gribkov, S. V.** Vetroenergetika : Spravochnoe i metodicheskoe izdanie [Wind Energy: Reference Methodological Edition]/ Pod obshchey redaktsiyey P.P. Bezrukih. – Moscow : «IntekhenergoIzdat», «Теплоэнергетик», 2014. – 304 s. (s. 110). [Text] // [Electronic resource]: – https://rawi.ru/wp-content/uploads/2021/01/vetroenergetika-spravochno-metodicheskoe-izdanie-by-bezrukih-p.p.-bezrukih-p.p.-ml.-gribkov-s.v.-z-lib.org_.pdf

8 Bystrohodnost' vetrogeneratorov. [The speed of wind turbines], [Text] // [Electronic resource]: – <https://the.presentation.ru/img/tmb/1/68089/ba7b969b5866c814c284418a6ee27b83-800x.jpg>

9 Vidy vetrogeneratorov: plyusy i minusy, proizvoditeli ustrojstv i neobychnye konstrukcii [Types of wind turbines: pros and cons, device manufacturers and unusual designs]. [Text] // [Electronic resource]: – <https://eneruuuugo.house/veter/vidy-vetrogeneratorov.html>

10 Vertikal'nyj vetrogenerator 2 kVt Falcon Euro, rossijskij – cena ot proizvoditelya – dostavka po RF [Vertical wind generator 2 kW Falcon Euro, Russian – price from the manufacturer – delivery across the Russian Federation]. [Text] // [Electronic resource]: – <https://proinstrument-shop.ru/products/vertikalnyj-vetrogenerator-2-kvt>

11 Yingwei Wang, Yufeng Guo, Dongrui Zhang, Optimal ancillary control for frequency regulation of *wind turbine generator* based on improved fatigue load sensitivity // International Journal of Electrical Power & Energy Systems 17 November 2021 [Text] // [Electronic resource]: – <https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-electrical-power-and-energy-systems>

12 13 years of Makani airborne wind energy knowledge available open source электростанции [Text]. [Electronic resource]: – <https://www.tudelft.nl/en/2020/1r/13-years-of-makani-airborne-wind-energy-knowledge-available-open-source>

Принято к изданию 18.09.23.

А. А. Бектасова¹, А. К. Ашимова², К. Б. Шакенов³, Е. А. Сарсенбаев⁴

^{1,2,3,4}Сәтбаев университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

Басып шығаруға 18.09.23 қабылданды.

ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАСЫ ЖАБДЫҚТАРЫН ДАМУҒА ЖӘНЕ ТАЛДАУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Бұл мақалада Қазақстанның жаңартылатын энергетикасын дамыту перспективалары ұсынылған. Жел энергетикасы жабдықтарына талдау жүргізілді. Жел қондырғыларының түрлері қарастырылды (пышақтар саны бойынша, номиналды қуаты бойынша, ось бағыты бойынша, орналасқан жері бойынша). Айналу осьтері бар жел диірмендерінің арасындағы айырмашылықтар көрсетілген: көлденең және тік. Көлденең қондырғылар тік қондырғыларға қарағанда жел бағытына бағытталуы керек екендігі атап өтілді. Сондай-ақ, көлденең жел турбиналары үшін жоғары діңгек міндетті болып табылады, өйткені жел ағындары ротордың биіктігінде қарқынды болады. Бұл үшін тік қондырғылар аз қажет. Жұмыс тиімділігі тік құрылғыларға қарағанда көлденең құрылғыларда жоғары. Мақалада жел генераторларының түрлері қарастырылады. Конструкциялар, олардың дизайн ерекшеліктері, артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталған. Құрылғылардың жұмыс істеу принциптері, қолдану саласы қарастырылған. Тік және көлденең жел генераторлары үшін пайдалы әсер коэффициенті

қарастырылады. Тік және қолденең жел турбиналарының тиімділігі шамамен бірдей мәнге ие. Тік жел турбиналары үшін бұл 20–30 %, қолденең қондырғылар үшін 25–35 %.

Мақалада атап өтілгендей, энергия көзі ретінде әрекет ететін жел энергетикасына деген қызығушылық елдерге энергетикалық қауіпсіздік пен экология мәселелерін шешуге көмектеседі

Кілтті сөздер: жаңартылатын энергия, жел генераторлары, жел дөңгелектері, жел турбиналары, қалақ

*A. A. Bektassova¹, A. K. Ashimova², K. B. Shakenov³, Ye. A. Sarsenbayev⁴

^{1,2,3,4}Satbayev University, Republic of Kazakhstan, Almaty

Accepted for publication on 18.09.23

DEVELOPMENT PROSPECTS AND ANALYSIS OF WIND POWER EQUIPMENT

This article presents the prospects for the development of renewable energy in Kazakhstan. The analysis of wind power equipment was carried out. The types of wind turbines are considered (by the number of blades, by nominal power, by the direction of the axis, by location). The differences between wind turbines with horizontal and vertical axes of rotation are shown. It is noted that horizontal installations need to be oriented in the direction of the wind, unlike vertical ones. Also, for horizontal wind turbines, a high mast is a prerequisite, since wind flows are more intense at the height of the rotor. Vertical installations need this less. Overall, the efficiency of horizontal devices is higher than that of vertical ones. The article discusses the types of wind turbines. The constructions, their design features, advantages and disadvantages are described. The principles of operation of the devices, the scope of application are considered. The efficiency coefficient for vertical and horizontal wind generators is considered. The efficiency for vertical and horizontal wind turbines have approximately the same value. For vertical wind turbines, this is 20–30 %, for horizontal installations 25–35 %.

It is noted in the article that the interest in wind energy, acting as an energy source, helps countries to solve issues of energy security and ecology

Keywords: renewable energy, wind generators, wind wheels, wind turbines, blade

Теруге 18.09.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.09.2023 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4140

Сдано в набор 18.09.2023 г. Подписано в печать 29.09.2023 г.

Электронное издание

29.9 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4140

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz