

АННОТАЦИЯ

к диссертационной работе на соискание ученой степени
доктора философии (PhD)

6D071200 - Машиностроение

ДЮСЕБАЕВ ИЛЬЯС МУРЗАХАНОВИЧ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ВЕТРОВОЙ УСТАНОВКИ С НЕПОДВИЖНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ С ЦЕЛЬЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Актуальность. Энергия ветра имеет множество преимуществ, что объясняет, почему это один из самых быстрорастущих направлений энергии в мире.

Ветер - это чистый источник возобновляемой энергии, который не загрязняет воздух, как электростанции, которые работают на сжигании ископаемого топлива, такого как уголь или природный газ, которые выделяют твердые частицы, оксиды азота и диоксид серы, вызывая проблемы со здоровьем человека и причиняя экономический ущерб. Ветровые турбины не производят выбросов в атмосферу, которые вызывают кислотные дожди, смог или парниковые газы. А так как ветер рентабелен и не имеет цену, эксплуатационные расходы после установки ветроэнергетической установки практически равны нулю. Массовое производство и технический прогресс удешевляют ветроэнергетические установки, и многие страны мира предлагают налоговые льготы для стимулирования развития ветроэнергетики.

Сейчас ветроэнергетика переживает небывалый подъем. Благодаря мировым усилиям по борьбе с изменением климата, таким как Парижское соглашение, возобновляемые источники энергии переживают бум роста, причем энергия ветра лидирует. С 2000 по 2015 год совокупная ветровая мощность во всем мире увеличилась с 17 000 мегаватт до более чем 430 000 мегаватт. В 2015 году Китай также обогнал ЕС по количеству установленных ветряных турбин и продолжает лидировать в установке.

По прогнозам экспертов, в данной области, если такие темпы роста сохранятся, к 2050 году одна треть мировых потребностей в электроэнергии будет удовлетворяться за счет энергии ветра.

Ветроэнергетические установки, существующие в США и в Европе, имеют большую мощность и дорогую себестоимость. Для большинства областей Казахстана характерны среднегодовые скорости ветра до 5 м/с. Существующие

ветроустановки рассчитаны на более мощные скорости ветра (8-10 м/с) и предназначены для использования в приморских районах.

Существуют и ряд проблем в ветроэнергетических установках. Ветроэнергетика по-прежнему должна конкурировать с традиционными источниками генерации по стоимости. Несмотря на то, что стоимость ветроэнергетики резко снизилась за последние несколько десятилетий, ветровые проекты должны иметь возможность экономически конкурировать с самым дешевым источником электроэнергии, а в некоторых местах может быть недостаточно ветров, чтобы быть конкурентоспособными по стоимости.

Хорошие наземные ветряные станции часто расположены в удаленных местах, вдали от городов, где требуется электричество.

Освоение ветровых ресурсов может быть не самым прибыльным видом использования земли. Земля, подходящая для установки ветряных турбин, должна конкурировать с альтернативными видами использования земли, которые могут быть более ценными, чем производство электроэнергии.

Турбины могут вызывать шум и эстетическое загрязнение. Хотя ветряные электростанции оказывают относительно небольшое воздействие на окружающую среду по сравнению с обычными электростанциями, существует озабоченность по поводу шума, производимого лопастями турбины, и визуального воздействия на ландшафт.

Существующие методы проектирования ветроустановок ориентированы в основном, на установки горизонтального типа большой мощности.

В условиях высокого потребления энергии в Казахстане и вовлеченности в глобальные процессы динамичного развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ), сфера ветроэнергетики становится крайне актуальной. В данном случае значение имеет, как ряд преимуществ и, в том числе, конкурентоспособность данного вида энергопроизводства, так и большой потенциал Казахстана в его развитии с точки зрения географического положения республики.

В соответствии с Национальной Программой развития ветроэнергетики Республики Казахстан на годы с перспективой до 2024 года были поставлены цели использования ветроэнергетического потенциала Казахстана для производства электроэнергии в объёме 900 млн. кВтч в год к 2015 г. и 5 млрд. кВтч. к 2024г в свете задач, поставленных в Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на годы и Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на годы по сохранению природных ресурсов и окружающей среды[2]. Необходимость внедрения ветрогенераторов в Республике Казахстан обусловлена тем, что предприятия, вырабатывающие электроэнергию еще со времен СССР, технически устарели, а строительство новых требовало больших материальных затрат. Сказалось и то, что по причине отсутствия комплектующих строительство новых энергоснабжающих предприятий оказалось практически невозможным.

Установкам малой мощности с вертикальной осью уделено меньше внимания. Мало изучен выбор схем и структуры ветроустановки, работающих при малой скорости ветра. Актуальность проблемы создания методов синтеза и анализа параметров вертикальных ветроустановок, при небольших скоростях ветра, массы и габаритов устройства.

Нужно отметить, что в диапазоне скоростей от 2 до 5 м/с выходная мощность существующих ветродвигателей используется лишь малая часть принимаемой энергии ветра. Исходя из того, что при превышении расчетной скорости частоту вращения искусственно занижают, используя только часть энергии ветра, можно объяснить низкий коэффициент использования энергии ветра (0,41-0,47) современных ветроэнергетических установок. В связи с этим **актуальность** данной работы не вызывает сомнений и в научном плане является необходимостью разработки и единого подхода к целому ряду ВЭУ малой мощности с вертикальной осью вращения, технологии изготовления оси и самой лопасти.

Диссертационная работа, посвященная разработке и исследованию конструкций ветровой установки с неподвижной вертикальной осью с целью совершенствования технология производства, содержит новые научно-обоснованные результаты исследований и технических разработок по созданию ветроколеса улучшенной модели, использование которых обеспечивает решение важной проблемы по экологической безопасности окружающей среды путем снижения воздействия токсичных компонентов в результате замены традиционных источников энергии.

Цель работы. Исследование конструкций ветровой установки с неподвижной вертикальной осью, разработка конструкторско-технологических решений и технологии производства и строительства ВЭУ.

Задачи исследований:

- анализ современных достижений в области конструирования машин для ветроэнергетических установок;
- обосновать необходимость методологического подхода к разработке и созданию вертикально-осевых ветроэнергетических установок (ВО ВЭУ);
- изготовить модель конструкции с ВО ВЭУ детально с целью получения максимальной простоты;
- оптимизировать конструкцию ВО ВЭУ по детально с целью получения максимальной выработки энергии;
- разработать технологические процессы изготовления компонентов ветроэнергетической установки.

Объект исследования – ветроустановки малой мощности с вертикальной осью вращения.

Предмет исследования – методы проектирования ветроустановок малой мощности.

Методы исследования.

- результаты исследования получены на основе теоретических и практических положений теории износа; теории упругости и пластичности; теории планирования эксперимента и статистической обработки данных

- аналитические методы функционально-структурного анализа прикладной аэродинамики;

- метод сравнения результатов теоретических и экспериментальных исследований;

- метод критической оценки научных результатов исследований ученых ближнего и дальнего зарубежья.

- экспериментальные исследования проводились в стендовых условиях на действующем оборудовании с использованием оригинальных методик и современной измерительной аппаратуры.

Научная новизна результатов исследования:

1. Разработаны 3Д модели ветроустановок, основанные на классификации по назначению, способу использования ветрового потока, переменности площади ветроприемника.

2. Теоретически и экспериментально обосновано применение методики расчета полых полуцилиндрических крыльев к расчету ветроустановки при динамическом синтезе ветроустановки с полыми полуцилиндрическими лопастями

3. Разработан коэффициент использования энергии ветрового потока при малых скоростях ветра.

Практическая ценность работы:

– разработанные методики расчета использованы при проектировании ветроустановок малой мощности и выборе их параметров;

– предложенные конструкции ветроустановок с дополнительными поворотными элементами отличаются меньшей массой и габаритами, и лучшими энергетическими характеристиками, чем существующие;

– результаты исследования использованы в практике научно-производственных объединений Республики Казахстан;

– результаты исследования использованы в учебном процессе и магистерских диссертациях.

На защиту выносятся:

1. 3Д модели ветроустановок, позволяющая вести синтез наиболее рациональных схем ветроустановок.

2. Методика синтеза схем ветроустановок на основе функционально-структурной модели.

3. Методика расчета схемы ветроустановки с решетчатыми лопастями.

Апробация результатов исследования.

Основные положения диссертации обсуждались и докладывались на международных конференциях и трудах, рекомендованных КОКСОН МОН: МНПК «Сатпаевские чтения» г. 2019, 2020– Алматы: КазНУ им К.И.

Сатпаева; XII Международная научно – практическая конференции «Современные проблемы машиностроения» 2019 г. Томск: ТПУ, Россия; VIII МНПК «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2020: CENTRAL ASIA» - Нур-Султан, 2020, Казахстан ISSN 2664-2271; Вестник КазАТК, 2020. -№1 (112) ISSN 1609-1817; INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2021: CENTRAL ASIA» NUR-SULTAN, KAZAKHSTAN, DECEMBER 2021; Bulletin of the Tomsk Polytechnic University (TPU), 2019 (Russia);

Основные научные результаты, практические выводы и рекомендации заключаются в следующем:

1. Обоснована необходимость методологического подхода к разработке и созданию вертикально-осевых ветроэнергетических установок (ВО ВЭУ);
2. Исследована модель конструкции с ВО ВЭУ детально с целью получения максимальной простоты;
3. Оптимизирована конструкция ВО ВЭУ по детально с целью совершенствования технологии производства;
4. Разработаны технологические процессы изготовления компонентов ветроэнергетической установки;
5. Разработаны 3 Д модели ветроустановок, основанные на классификации по назначению, способу использования ветрового потока, переменности площади ветроприемника;
6. Теоретически и экспериментально обосновано применение методики расчета решетчатых крыльев к расчету ветроустановки при динамическом синтезе ветроустановки с решетчатыми лопастями;
7. Определен коэффициент использования энергии ветрового потока при малых скоростях ветра;
8. Разработана методика математического моделирования ветроколеса установки с учетом влияния изменения скорости ветра.

В целом, подводя итоги, можно дать следующую характеристику диссертационной работы:

Оценка полноты решения поставленных задач. Поставленная цель работы достигнута, задачи исследований решены полностью, результаты исследований доведены до внедрения.

Разработка рекомендаций исходных данных по конкретному использованию результатов. Результаты работы могут быть рекомендованы для использования конструкторам и проектировщикам, а также в учебном процессе университетов по инженерным и экологическим специальностям.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения. Предотвращение ущерба экологии региона от внедрения разработок по применению зеленой энергетики взамен традиционных источников энергии.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. Научные разработки и их новизна в

достаточной мере апробирована в публикациях различного уровня, в магистерских диссертациях и дипломных работах, что подтверждено соответствующими документами и Актами.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 10 научных статей, из них 3 статьи международные конференции внутри страны, 1 статья зарубежной международной конференции, 4 статьи в журналах, рекомендованных ККСОН МОН РК, 2 статьи в базе данных SCOPUS (процентиль 43).

Вклад диссертанта в подготовку публикаций

1. **«Methodological basis for the application of wind generators in geology».** NEWS OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN Satbayev University №5 (455) 2022 г. Алматы. Подбор материалов для обзора и его написание, написание введения, методики и заключения, подготовка графиков и их описание, оформление статьи.

2. **«Determination of Geometric Parameter of Cycloidal Transmission from Contact Strength Condition for Design of Heavy Loading Mechanisms».** International Conference on Mechanical Engineering and Modern Technologies 2019 (MEMT2019) 28 October 2019 - 1 November 2019, Tomsk, Russian Federation Volume 795. Разработка плана доклада, подбор материалов, написание основной части с обсуждением результатов исследований.

3. **«Исследование направлений развития совершенствования конструкции ветровых установок с вертикальной осью вращения ветрового колеса».** «Вестник КазАТК» КазАТК им. М.Тынышпаева, 2020 г. Алматы. Поиск публикаций для обзора и его написание, написание разделов: методика исследований, результаты исследований, оформление графиков, ответы на замечания рецензентов.

4. **«Агроөнеркәсіптік кешендегі роторының қуаты аз айналу осі вертикаль желэнергетикалық қондырғылардың конструкцияларының сызбасын зерттеу перспективалары мен талдауы».** «Вестник КазАТК» КазАТК им. М.Тынышпаева, 2022 г. Алматы. Написание разделов: введение, методика исследований, математическая обработка и обсуждение результатов экспериментов, оформление статьи.

5. **«Жел генераторлары әскери мақсаттағы объектілер үшін баламалы энергия көзі ретінде».** «ВЕСТНИК Военного института Национальной гвардии РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН» Военный институт Национальной гвардии Республики Казахстан. 2023 г. Алматы. Поиск публикаций для обзора и его написание, написание разделов: методика исследований, результаты исследований, оформление графиков, ответы на замечания рецензентов.

6. **«Сравнения конструкции ветровой установки с вертикальной осью, характеристики и основные виды».** Материалы международной конференции «Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК». 2019 г. –

Алматы: КазНИТУ им К.И. Сатпаева. ISBN 978-601-323-145-7. Разработка плана доклада, подбор материалов, написание основной части с обсуждением результатов исследований.

7. **«Состояние развития ветроэнергетических установок с вертикальной осью.** XII Международная научно – практическая конференции «Современные проблемы машиностроения» 2019 г. Томск: ТПУ, Россия. Разработка плана статьи, написание обзора, методика и обсуждение результатов, ответы на замечания рецензентов.

8. **«Анализ аэродинамических параметров вертикально осевых ветроустановок малой мощности».** Международная научно – практическая конференция «Сатпаевские чтения 2020»: сборнике представлены материалы конференции. И С21 – Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2020. – 744 с ISBN 978-601-323-209-6. Разработка плана статьи, написание обзора, методика и обсуждение результатов, ответы на замечания рецензентов.

9. **«Состояние развития современных ветроэнергетических установок и вопросы динамики и прочности, связанные с ними».** VIII Международная научно – практическая конференция «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2020: CENTRAL ASIA»2020 г. Нур-Султан, Казахстан ISSN 2664-2271. Разработка плана доклада, подбор материалов, написание основной части с обсуждением результатов исследований.

10. **«Проектирование, моделирование и совершенствование вертикально – осевых ветроустановок малой мощности типа Савониус»** Международная научно – практическая конференция «Сатпаевские чтения 2020»: сборнике представлены материалы конференции. И С21 – Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2020. – 744 с ISBN 978-601-323-209-6. Разработка плана доклада, подбор материалов, написание основной части с обсуждением результатов исследований.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из трех глав, содержит список литературы из 100 наименований, изложена на 100 страницах, содержит 42 рисунков, 7 таблиц.