

## **АННОТАЦИЯ**

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

8D07101 – Машиностроение

**НУРКИМБАЕВ САГЫНЫШ МАРАТОВИЧ**

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВХОДНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ**

**Актуальность.** В настоящее время прослеживается мировой тренд на децентрализацию энергетики. Переход к ВИЭ - общемировая тенденция. Развитию этой тенденции способствует совершенствование технологий машиностроения, доступность финансовых возможностей и различных программ стимулирования, а также осведомленность населения в вопросах экологии.

Для достижения углеродной нейтральности необходимо в 4 раза увеличить ежегодную мощность ВЭУ.

Стоимость технологии ВИЭ и хранение энергии за последние годы снижается. Ветроэнергетика является ключевым ресурсом, который поможет Миру найти практический выход из сложившейся ситуации со стоимостью выработки и транспортировки энергии. Есть буквально тераватты «готовых к работе» проектов, которые уменьшили бы зависимость от ископаемых видов топлива и почти сразу разблокировали огромные объемы инвестиций, если правительства стран примут экстренные меры для снятия законодательных и административных барьеров.

Рядом стран начата политика по развитию ветроэнергетики, в том числе внедрение и масштабирование установкой малой мощности.

В Послании Президента РК народу Казахстана 1 сентября 2020 года Касым-Жомарт Токаев объявил, что к 2030 индикатор развития сектора ВИЭ должен составить 15%, к 2050 году 50%, к 2060 году Президент ставит цель достигнуть углеродной нейтральности. Данное поручение Правительству РК можно считать, одним из принципов нового экономического курса страны.

Сегодня, когда сектор ВИЭ достиг показателя доли выработки электроэнергии за счет возобновляемых источников энергии в размере 3%, наработаны серьезные управленческие и инженерные компетенции, привлечены достаточные инвестиции и запущены крупные объекты ВИЭ промышленного масштаба, существуют большие возможности по дальнейшему росту. Для дальнейшего развития ВИЭ в нашей стране

необходимо развивать новые направления, к примеру, такие как проекты с накоплением энергии, а также маломасштабные проекты ВИЭ.

Спрос и интерес населения (домохозяйств и юридических лиц) к маломасштабным проектам в нашей стране есть. Этот интерес основан на большой доле населения, проживающего в частном секторе, желании сократить и оптимизировать свои расходы на электроэнергию, для решения проблем, связанных с недоступностью коммунальной инфраструктуры в отдаленных регионах, благоприятных природно-климатических факторах, особенно в южных регионах страны.

В связи с этим считаю, что сейчас перед сектором ВИЭ в Казахстане, который последние пять лет успешно внедрял ряд проектов ВИЭ, есть перспективы для дальнейшего развития и новые задачи.

В результате этого, возникает необходимость создания такой ВЭУ, которая будет максимально приспособлена для географической особенности Казахстана. При создании ВЭУ, ее нужно обеспечить конструкцией ветрового колеса (ВК) выдающего максимальные значения по частоте вращения и развиваемой мощности.

**Цель работы.** Целью диссертационной работы является создание опытного образца ветроэнергетической установки малой мощности с повышенной эффективностью и устойчивой к ураганым порывам ветра.

**Задачи исследований:**

- провести мониторинг существующих конструкций ветроэнергетических установок с учетом выявления недостатков;
- разработать и изготовить стенд для исследования конструктивных параметров ветрового колеса с обеспечением постоянной скорости воздушного потока;
- на основе экспериментальных исследований лабораторных моделей ветровых колес и минимизации потерь по мощности выявить оптимальные конструктивные параметры ветрового колеса;
- разработать методику определения коэффициента полезного действия ВЭУ;
- разработать новую конструкцию механизма буревой защиты;
- разработать опытный образец ветроэнергетической установки малой мощности с использованием результатов исследований.

**Объект исследований:** горизонтально-осевые ветроэнергетические установки малой мощности.

**Предмет исследований:** силовая головка, включающая ветровое колесо с системой рычагов регулирования частоты вращения.

**Методы исследования.** Результаты исследований получены на основе теоретических и практических положений технологии машиностроения. Применены основные методы из общенаучных методов: эксперимент, измерение, анализ, обобщение. Анализ будет проводиться путем прямого

выделения входных конструктивных параметров, обнаружение из их свойств путем проведения простейших измерений с использованием метода ранжирования (выделения главных факторов и исключения второстепенных). При проведении исследования ветрового колеса и механизма буревой защиты использованы программы MS Excel и программный комплекс Solid Works.

#### **Научная новизна результатов исследования:**

1. Определены оптимальные конструктивные параметры ветровых колес, которые приняты на основе минимизации потерь по частоте вращения, моменту и мощности, что позволило увеличить коэффициент использования энергии ветра на 16,8%.

2. Разработана научно-обоснованная конструкция ветрового колеса с буревой защитой;

3. Разработана математическая модель (формула) выбора конструктивных параметров ветрового колеса (количества лопастей, их угла установки, формы лопасти, относительной площади и наличия обтекателя), эффективность опытного образца повышена на 15,2%.

4. Разработана методика расчета регулирования частоты вращения ВК и буревой защиты с поворотом лопастей путем экранно-рычажного механизма.

5. Разработана методика расчета регулирования частоты вращения ВК и буревой защиты путем увода ветрового колеса из-под ветра.

#### **Практическая ценность работы:**

– разработанные методики расчета использованы при проектировании опытного образца ветроэнергетической установки малой мощности;

– результаты исследования и опытный образец ВЭУ использованы в практике научно-производственных объединений и промышленных предприятий РК;

#### **На защиту выносятся:**

1. Методика выявления оптимальных конструктивных параметров ветрового колеса на основе экспериментально-теоретических исследований.

2. Новый опытный образец ветроэнергетической установки мощностью 0,5 кВт повышенной эффективности, работающего при скорости воздушного потока от 3 м/с.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения диссертации обсуждались и докладывались на международных конференциях и трудах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования МНВО РК: Международной научной конференции 2021 г. Казань (Российская Федерация), Международная научная конференция «XXII Сатпаевские чтения» г. 2022.

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

1. Обоснована необходимость методологического подхода к разработке и созданию ВЭУ малой мощности;

2. Разработана методика исследования зависимости оптимальных факторов угла установки лопасти и числа лопастей на лабораторной модели ВЭУ малой мощности с использованием аэродинамической трубы.

3. Разработана методика исследования зависимости формы лопасти и их числа на лабораторной модели ВЭУ малой мощности с использованием аэродинамической трубы.

4. Теоретически и экспериментально обоснована применение автономного регулирования частоты вращения ветрового колеса и буревой защиты.

5. Разработана методика математического моделирования на основе 3D моделей ветровых колес с различным соотношением длины лопасти и обтекателя.

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 конструкторами и проектировщиками, а также в учебном процессе университетов по инженерным специальностям.

**Оценка технико-экономической эффективности внедрения.** Развитие экспортного потенциала металлургических предприятий, экспортирующих продукцию в страны Европейского союза. Снижение экологических выбросов от внедрения разработок по применению зеленой энергетики взамен традиционных тепловых 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, научными организациями и предприятиями, что подтверждено соответствующими документами и Актами.

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 8 печатных работ: из них, 1 статья в зарубежном издании из базы данных SCOPUS (перцентиль 38), 5 в изданиях, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования МНВО РК и 2 работы в материалах Международных конференций.

**Вклад диссертанта в подготовку публикаций**

1. «**Determination of orientation parameters and automatic wind wheel speed control**». Journal of Applied Engineering Science (JAES) Vol.22, No. 1, 2024. г. Белград, Сербия. Написание разделов: введение, методика исследований, математическая обработка и обсуждение результатов экспериментов, оформление статьи, ответы на замечания рецензентов.

2. **Выбор оптимального варианта формы и относительной площади лопасти ветрового колеса ветроэнергетической установки малой**

**мощности.** Республиканский научно-технический журнал «Университет еңбектері – Труды университета» Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, 2023, №2 (91). Поиск публикаций для обзора и его написание, написание разделов: методика исследований, результаты исследований, оформление графиков, ответы на замечания рецензентов.

**3. Исследование и обоснование параметров ветрового колеса ветроэнергетической установки малой мощности различного назначения.** Республиканский научно-технический журнал «Университет еңбектері – Труды университета» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», 2023, №3 (92). Поиск публикаций для обзора и его написание, написание разделов: методика исследований, результаты исследований, оформление графиков, ответы на замечания рецензентов.

**4. Расчёт механизма автономного регулирования частоты вращения ветрового колеса и буревой защиты.** Научный журнал Торайгыров университета «Наука и техника Казахстана», 2023. №4. Поиск публикаций для обзора и его написание, написание разделов: методика исследований, результаты исследований, оформление графиков, ответы на замечания рецензентов.

**5. Разработка методики расчета частоты вращения ветрового колеса с использованием механизма буревой защиты.** Научный журнал Торайгыров университета «Наука и техника Казахстана», 2024. №1. Разработка методики расчета частоты вращения ветрового колеса с использованием механизма буревой защиты. Подбор материалов для обзора и его написание, написание введения, методики и заключения, подготовка графиков и их описание, оформление статьи.

**6. Высокоэффективная ветроэнергетическая установка малой мощности с буревой защитой.** Научный журнал. Вестник Торайгыров университета, 2022. №3. Поиск публикаций для обзора и его написание, написание разделов: методика исследований, результаты исследований, оформление графиков и рисунков, ответы на замечания рецензентов.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, 7 приложений и списка использованных источников, содержащего 114 наименований. Общий объем диссертации составляет 130 страниц, в том числе 59 рисунка и 27 таблиц.