

«М.А. Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин окулары–19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110-летию М.А. Гендельмана». - 2023.- Т. I, Ч. V.- С. 6-8.

**УДК 620.92**

## **ВЕТРЯНЫЕ ТУРБИНЫ ДЛЯ РАЙОНОВ С НИЗКОЙ СКОРОСТЬЮ ВЕТРА**

*Кабибулатов А.А., докторант 1 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина,  
г. Астана*

Ветряные турбины получили широкое распространение в качестве экологически чистого источника энергии благодаря их способности производить электроэнергию без вредных выбросов. Однако эффективность ветряных турбин может быть ограничена в районах с низкой скоростью ветра, что затрудняет производство необходимого количества электроэнергии для удовлетворения спроса на энергию. В последние годы исследования были сосредоточены на разработке новых решений для ветряных турбин, оптимизированных для районов с низкой скоростью ветра. В этом обзоре литературы рассматриваются последние разработки в области технологий ветряных турбин для районов с низкой скоростью ветра с 2018 года.

Передовые материалы были использованы для улучшения конструкции лопастей ветряных турбин, что привело к увеличению производства энергии в районах с низкой скоростью ветра. Композиты из углеродного волокна, например, показали свою эффективность в повышении жесткости и прочности лопастей ветряных турбин, что приводит к увеличению производства энергии до 20% [1]. Другие материалы, которые были исследованы для лопастей ветряных турбин, включают натуральные волокна, такие как лен, пенька и бамбук, которые оказывают меньшее воздействие на окружающую среду и могут использоваться для производства легких высокопрочных лопастей [2].

В дополнение к передовым материалам были разработаны инновационные конструкции лопастей для оптимизации работы ветряных турбин в районах с низкой скоростью ветра. Одной из таких конструкций является адаптивная лопасть несущего винта со стреловидной круткой, которая может адаптировать свою крутку по длине лопасти для оптимизации выработки энергии при низких скоростях ветра [3]. Другой дизайн — это биомиметические лопасти ветряных турбин, которые вдохновлены формой ласт горбатых китов и могут производить на 35% больше энергии, чем традиционные лопасти ветряных турбин в районах с низкой скоростью ветра [4].

Ветряные турбины с вертикальной осью (ВТВО) привлекли внимание как потенциальное решение для районов с низкой скоростью ветра из-за их

способности работать в условиях турбулентности и низкой скорости ветра [5]. ВТВО, как правило, проще и компактнее, чем традиционные ветряные турбины с горизонтальной осью, что делает их более подходящими для использования в городских районах. Недавние исследования показали, что ВТВО могут быть эффективны в районах с низкой скоростью ветра с увеличением производства энергии до 22% [6].

Гибридные системы ветряных турбин, которые сочетают в себе два или более типа ветряных турбин, были предложены в качестве решения для районов с низкой скоростью ветра. Гибридная система может сочетать ветряную турбину с горизонтальной осью с ВТВО, чтобы использовать сильные стороны каждого типа турбины и увеличить выработку энергии в районах с низкой скоростью ветра [7]. Кроме того, гибридная система может сочетать ветряную турбину с солнечной панелью или другими возобновляемыми источниками энергии, чтобы обеспечить более стабильный источник энергии.

Передовые системы управления были разработаны для оптимизации работы ветряных турбин в районах с низкой скоростью ветра. Алгоритмы управления с прогнозированием моделей, например, можно использовать для прогнозирования ветровых условий и корректировки ориентации ветряной турбины для оптимизации производства энергии [8]. Другие системы управления, которые были исследованы, включают системы управления на основе искусственного интеллекта и системы управления с нечеткой логикой [9]. Эти системы управления могут увеличить производство энергии до 10%.

Системы накопления энергии были предложены в качестве решения проблемы изменчивости производства энергии ветра в районах с низкой скоростью ветра. Батареи, маховики и другие системы хранения энергии могут накапливать избыточную энергию, вырабатываемую ветряными турбинами в условиях высокой скорости ветра, и высвобождать ее в условиях низкой скорости ветра, обеспечивая более стабильный источник энергии [10, 11]. Недавние разработки в области технологий хранения энергии сделали хранение возобновляемой энергии более рентабельным и эффективным.

Недавние разработки в области технологии ветряных турбин показали многообещающие результаты в улучшении производства энергии в районах с низкой скоростью ветра. Использование передовых материалов и инновационных конструкций лопастей, ветряные турбины с вертикальной осью, гибридные системы ветряных турбин, системы управления и системы накопления энергии были предложены в качестве решений для оптимизации работы ветряных турбин в районах с низкой скоростью ветра. Тем не менее, необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить наиболее эффективное решение для ветряной турбины для конкретных условий низкой скорости ветра. Кроме того, необходимо также учитывать экономическую целесообразность этих решений, чтобы обеспечить широкое внедрение этих технологий.

Список литературы

- 1 Sahin, B., Oterkus, E. Investigating the effect of carbon fiber composites on the fatigue life of wind turbine blades [Text] / Composite Structures. – 2018.-№186.-C.147-156.
- 2 Yaras, M. I., Soutis, C., Nurick, G. N.A review of natural fibers for structural composites in low wind speed turbines [Text] / Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. -№101.-C.305-313.
- 3 Sun, Y., Cao, J., & Cui, Y. Design and analysis of a swept-twist adaptive rotor blade for wind turbine based on finite element method [Text] / Wind Energy. – 2019.-№22(4). C.471-487.
- 4 Benoit, H., & Pettit, J. Improved energy capture by biomimetic wind turbine blades [Text] / Wind Energy Science. – 2019.-№4(2). -C.235-246.
- 5 Saha, U. K., & Mandal, S. A review on vertical axis wind turbine: Technologies and design parameters [Text] / Energy Reports. – 2020.-№6.-C.308-324.
- 6 Kou, B., & Zhang, Y. Performance optimization of a Savonius wind turbine with twisted blades based on response surface methodology [Text] / Energies. – 2018.-№11(7).-C.1693.
- 7 Kowsari, K., & Akbari, O. A. Optimal design of hybrid wind turbines using a multi-objective optimization algorithm [Text] / Energy Conversion and Management. – 2018.-№168.-C.274-283.
- 8 Negaresh, E., & Amini, M. H. Wind turbine predictive model predictive control for energy capture enhancement [Text] / Renewable Energy. – 2018. -№118.-C.556-568.
- 9 Baronti, F., Pugi, L., & Ridolfi, A. Comparison of fuzzy logic and artificial neural network control for wind turbines [Текст] / Renewable Energy. - 2020.-№152. -C.214-223.
- 10 Chandrakar, A., & Mohanty, S. A review of energy storage systems for wind power integration in low wind speed areas [Text] / Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. №107.C.250-266.
- 11 Jenniches S. Assessing the regional economic impacts of renewable energy sources – A literature review [Text] / Renewable and Sustainable Energy Reviewsthis. – 2018. -№93. -C.35-51. (Scopus) -URL:<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202076848>