

УДК 621.311

*Е. М. Николокина, Н. В. Земцова**

РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Введение. В последние годы экологические проблемы вызывают все большую озабоченность; спрос на «зеленую» энергию растет. Энергия ветра приобретает все большее значение как источник экологически чистой энергии с большим потенциалом и развитыми сферами применения. Электрогенераторы являются ключевым оборудованием для использования энергии ветра. К 2020 году мировая установленная мощность ветроэнергетики достигла 743 ГВт, увеличиваясь на 53% ежегодно. Ожидается, что в ближайшие пять лет новая мощность ветроэнергетики достигнет 355 ГВт. В связи с этим важное значение в развитии технологий ветроэнергетики играют технические решения в сфере создания высокоэффективных электрогенераторов, адаптированных для широкого класса задач ветроэнергетики.

Секторы возобновляемой энергетики быстро росли за последние три десятилетия из-за экологических проблем, связанных с ископаемым топливом, и растущего спроса на энергию со стороны человека. Пространственно-временное поле потока на ветряной электростанции определяет выработку энергии и эффективность работы электрогенераторов. Интерес к сектору ветроэнергетики проистекает из долгой истории использования ветра для производства энергии людьми.

В настоящее время энергетика активно развивается в направлении генерации и преобразовании возобновляемых источников энергии. Анализируя возможности возобновляемой энергетики большинства регионов РФ наиболее оптимальной, является энергия ветра [1, 2].

Главным и весомым достоинством ветровой энергетики является ее бесконечность в ресурсе. Этот вид энергии и ее преобразование на мировом рынке развивается быстрее, чем любой другой вид возобновляемой энергетики.

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, доцента ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Щеголькова.

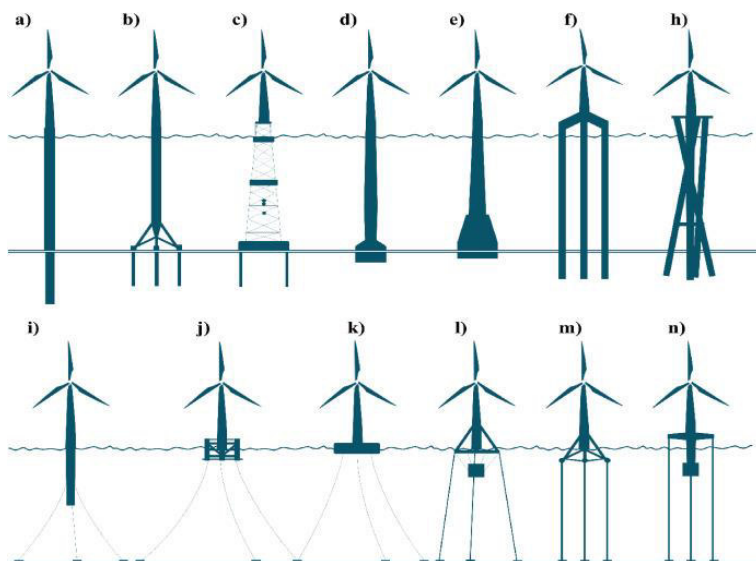


Рис. 1. Схема различных типов ветряных установок.

Морские ветряные турбины с фиксированным дном, в том числе:
(a) Монопиля; (б) Тренога; (в) Всасывающий кессон;
(d) Гравитационное основание; (e) Тройная опора (з); Витая рубашка.
Плавающие морские ветряные турбины, в том числе: (i) Рангоутный буй;
(j) Полупогружной; (k) Баржа; (l) Маятниковый поплавок (m);
Платформа натяжных опор (n); Усовершенствованный лонжерон

Но существует проблема, связанная с получением электроэнергии из ветра, – это нестабильность ветрового потока, которая приводит к изменению частоты вращения ветроколеса, ротора генератора и, как следствие, напряжения электрического генератора в широких пределах. На рисунке 1 показаны различные варианты ветряных установок для генерации электрической энергии [1].

Согласно глобальному отчету о ветроэнергетике [2], в 2021 году мировая мощность ветроэнергетики достигла 733 ГВт, а общая установленная мощность ветроэнергетики в Китае достигла 282 ГВт. К странам с установленной мощностью ветровой энергии, превышающей 10 ГВт, относятся США (118 ГВт), Германия (62 ГВт), Индия (39 ГВт), Испания (27 ГВт), Великобритания (24 ГВт), Франция (17 ГВт), Бразилия (17 ГВт), Канада (14 ГВт) и Италия (11 ГВт). В последние годы предпринимались попытки дальнейшего развития технологии морской ветроэнергетики, и достигнут значительный прогресс. Европа играет ведущую роль: здесь сосре-

доточено 90% производителей ветряных турбин и 75% установленной мощности ветроэнергетики.

В этой связи необходимой и актуальной является разработка линейной установки генерации электрической энергии для стабилизации вышеперечисленных параметров при изменении климатических условий.

Линейный электрогенератор для ветроэлектростанции. Рассмотрим конструктивные особенности линейного электрогенератора, который предназначен для использования в ветроэлектростанциях разной местности и климатических условий (рис. 2).

Важными конструктивными элементами линейного электрогенератора являются катушка, шток и магниты, которые выдают оптимальные характеристики для бесперебойной работы ветроэлектростанций.

Оптимизация геометрических параметров элементов линейного электрогенератора с режимами работы, по сравнению с асинхронными генераторами, позволит увеличить максимальную КПД установки.

Предлагаемые улучшения позволят повысить выработку электроэнергии в пределах 20% в условиях нестабильности ветрового потока и нагрузки, за счет обеспечения работы ВЭС в расширенном диапазоне ветровых нагрузок от 2,5 до 35 м/с и более, а также конструкция установки позволит удешевить устройство в продаже и повысит экологичность в преобразовании энергии. Улучшение режимов накопления энергии, получаемой в условиях слабого или порывистого ветра, может быть обеспечено за счет использования дополнительного буфера установленного перед литий-ионными аккумуляторами на основе суперконденсаторов [3, 4].

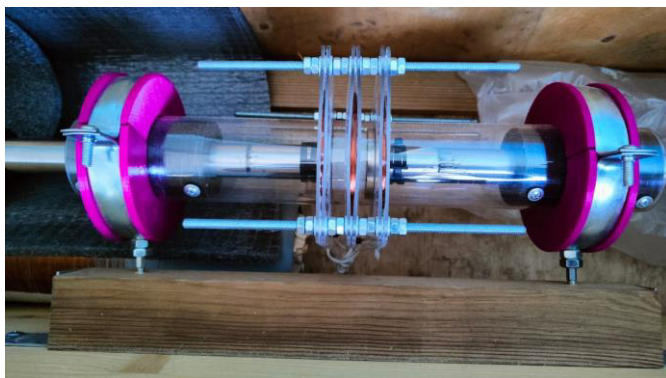


Рис. 2. Конструкция линейного электрогенератора

Выводы. В России активно используются генераторы для преобразования ветровой энергии и любой другой, но все они по своему максимальному КПД, габаритам и экономической оценке отстают от рассмотренного аналога. Недостатком предлагаемых конкурентами технических решений является использование асинхронных и синхронных генераторов, которые не могут обеспечить нужного режима генерации при слабом уровне ветра. В этом отношении предлагаемый линейный генератор является более оптимальным техническим решением и позволяет повысить эффективность маломощных ветроэлектростанций.

Список литературы

1. Fatemeh Rezaei, Pasquale Contestabile, Diego Vicinanza, Arianna Azzellino, Towards understanding environmental and cumulative impacts of floating wind farms: Lessons learned from the fixed-bottom offshore wind farms, *Ocean & Coastal Management*. – 2023. – V. 243.

2. Council G. W. E. GWEC Global Wind Report 2019 // *Global Wind Energy Council: Bonn, Germany*. – 2017.

3. Гогорян, М. Л. Аспекты применения суперконденсаторов в электроэнергетике / М. Л. Гогорян, Н. В. Земцова, А. В. Щегольков // *Энергетика будущего – цифровая трансформация* : сб. тр. III Всерос. науч.-практ. конф., Липецк, 14–15 декабря 2022 года. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2022. – С. 227 – 229.

4. Применение углеродных нанотрубок, полученных CVD-методом, для суперконденсаторов с электролитом на основе LiPF₆ / А. В. Щегольков, М. С. Липкин, А. В. Щегольков, А. Семенкова // *Вопросы материаловедения*. – 2022. – № 1(109). – С. 64 – 76.

Кафедра «Электроэнергетика» ФГБОУ ВО «ТГТУ»