

УДК 620.91**Коновалов Юрий Васильевич,**

к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,

ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: yrvaskon@mail.ru

Полднева Ольга Игоревна,

обучающаяся группы ИНб-16-1,

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,

e-mail: poldneva.o@yandex.ru

Тихонова Ангелина Евгеньевна,

обучающаяся группы ЭЭ-18-1,

ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», e-mail:

lina_tikhonova@icloud.com

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВОЛНОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ*Konovalov Y.V., Poldneva O.I., Tikhonova A.E.***TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF WAVES ENERGY**

Аннотация. В статье проведен анализ использования волновой энергетики, а также её преимущества и недостатки.

Ключевые слова: волновая энергетика, неисчерпаемый источник, альтернативная энергетика, сила волн.

Abstract. The article analyzes the use of wave energy, as well as its advantages and disadvantages.

Keywords: wave energy, an inexhaustible source of alternative energy, the force of the waves.

Энергия волн – энергия, которую волны переносят по поверхности воды. Это неисчерпаемый источник, с помощью которого можно получать электрическую энергию [1, 2]. Для преобразования энергии волны в электроэнергию строят волновые электростанции. Их помещают непосредственно в воду.

Волнообразование – есть результат воздействия солнечных лучей. Солнце нагревает воздушные массы, из-за чего они перемещаются в пространстве. В процессе перетекания воздух соприкасается с поверхностью океана, инициируя возникновение волны [3].

Энергоемкость конкретного волнового вала определяется:

- силой ветров;
- продолжительностью порывов;
- шириной воздушного фронта.

В настоящее время волновые электростанции в основном, как считают, целесообразно использовать в открытом море, а не у берегов, где энергоэффективность снижается вследствие трения и обратной циркуляции воды. Преобразование энергии морских волн в электрическую производится с помощью воздушных или гидравлических турбин [4].

Государства с значительной протяженностью прибрежной зоны и постоянными сильными ветрами, например, Великобритания и Ирландия, могут генерировать до 5 % требуемой электроэнергии за счет энергии волн. Плюсом к тепловой энергии на поверхности морей и океанов можно вырабатывать энергию, которая накапливается морскими волнами почти на всей акватории Мирового Океана. Сегодня морские волны в основном носят разрушительный характер, размывая прибрежную зону и расположенные в непосредственной близости строения.

Преобразование энергии волн в электрическую энергию можно осуществлять несколькими способами. Например, инженеры компании Wave Swell Energy разработали новую систему генерации электричества из энергии волн, превосходящую по эффективности большинство других возобновляемых источников энергии [5].

Толчком для развития данной альтернативной энергетики можно расценивать глобальное потепление и ограниченность ресурсов для традиционных источников. Также, использование энергии ветра, солнца или воды может помочь производить электричество на изолированных территориях или территориях со скучными запасами ресурсов,

таких как острова. Инженеры компании Wave Swell Energy разработали для этой цели надежный и относительно недорогой, а также легкий в обслуживании генератор энергии, который использует энергию волн [5].

Система представляет собой осциллирующую водяную колонну. Под водой находится камера, в которую под действием волн периодически попадает вода. Работа генератора состоит из двух циклов. Поскольку камера имеет ограниченный объем, то повышение уровня воды в камере создает повышенное давление. Оно снижается за счет выхода воздуха через специальные клапаны. Когда волна начинает отступать, наступает второй цикл: клапаны закрываются, уровень воды в камере опускается, за счет чего в ней образуется пониженное давление. Воздух, попадающий в камеру снаружи, начинает крутить турбину, совмещенную с электрогенератором.

Система работает в два цикла:

- первый, холостой цикл, воздух выходит через клапаны;
- второй, он крутит турбину, совмещенную с электрогенератором.

Есть такие системы, в которых установлены двунаправленные турбины, способные крутиться в нескольких направлениях. Однако такие турбины имеют более сложную конструкцию, и, в основном, проигрывают турбинам, крутящимся в одном направлении в энергоэффективности [6].

Преимущество данной конструкции заключается в том, что вся электроника и механические элементы находятся над поверхностью водной глади, а под водой только несущая конструкция, то есть все металлические детали не соприкасаются с водой, из-за чего риски повреждения вследствие коррозии сводятся к минимуму. Также проще диагностировать и ремонтировать оборудование над водой, так как не нужно будет вкладывать деньги для использования дорогостоящего и технически сложного оборудования, которое нужно для работ под водой. Компания заявляет, что один генератор сможет иметь пиковую мощность около одного мегаватта, и среднюю мощность в 470 киловатт. Это означает, что система будет иметь коэффициент использования установленной мощности гораздо выше, чем солнечные и ветряные источники энергии [7].

В конечном итоге конструкция должна иметь размеры 20 на 20 метров в ширину и 18 метров в высоту, из которых 10 метров будут находиться под водой. На данный момент компания провела испытания уменьшенной модели, которые показали, что разработка готова к коммерциализации. Первый полноразмерный генератор планируется установить в середине 2018 года на побережье острова Кинг, находящегося недалеко от Австралии. Предполагается, что стоимость вырабатываемой энергии будет находиться на уровне 7 центов США за киловатт·час, а при масштабировании технологии, возможно будет снизить цену до 4 центов за киловатт·час. Для сравнения, инженеры оценивают стоимость генерации электричества на Гавайях, где большая часть электричества производится с помощью дизельных генераторов, на уровне 40 центов за киловатт·час.

Хотя развитие и внедрение генераторов, которые работают на энергии морских волн идет гораздо медленнее, чем ветряных и солнечных, но это направление является перспективным [8]. В 2015 году компания BioPower Systems запустила подводную энергоустановку bioWAVE у побережья Австралии. Система высотой 26 метров и напоминающая по форме трезубец может быть использована как на поверхности, так и под толщей воды, она способна вырабатывать электроэнергию в промышленных масштабах.

У побережья Корнуолла в Великобритании планируют построить подводную энергетическую установку мощностью 15 мегаватт, обеспечивающую электричеством 6 тыс. домов. Компания Carnegie Wave Energy (CWE) получила грант в размере 9,6 млн. фунтов от Европейского фонда регионального развития (ERDF). Эти средства будут направлены на первую фазу строительства установок для сбора волновой энергии мощностью 1 мегаватт [9].

Микросеть оборудуют в Корнуолле на подключенной к энергосети экспериментальной площадке Wave Hub. Австралийская компания установит под воду блок СЕТО, преобразующий энергию волн в электричество. Погруженные под воду бакены двигаются вместе с волнами и в итоге передают энергию по кабелю в помпу. Она направляет жидкость под давлением на гидроэлектростанцию, которая расположена на суше. Преобразователь СЕТО установят в 2018 го-

ду. Вторая фаза проекта стартует в 2020-2021 годах. Со временем мощность сети планируют довести до 15 мегаватт, которая позволит обеспечить электроэнергией примерно 6 тысяч частных домов [10].

Установку нельзя будет увидеть с берега, так как она будет полностью находиться под водной гладью, поэтому посетители пляжей не столкнутся с бакеном во время купания. Глубокое расположение также защищает СЕТО от штормов.

Сила волн по своей разрушительности практически ничем не ограничена, и ей достаточно проблемно и сложно противостоять. В разных местах эту проблему решают по-своему. В Гавайях используют технологию Azura с вращающимся на 360 градусов механизмом на плаву. В Гибралтаре – это система буйв, которые поднимаются и опускаются вместе с волнами. Калифорнийский университет в Беркли предложил уникальное ковровое покрытие морского дна, которое бы поглощало энергию волн, а технология «искусственной вентиляции» в Австралии перехватывает энергию воздуха, несущего волнами [11].

В настоящее время установки, преобразующие энергию волн, не прошли длительную апробацию, поэтому мало данных по их конкурентоспособности, стоимости установки одного киловатта мощности и стоимости произведенного электричества [12].

Конкурентоспособность будет зависеть не только от стоимости самого оборудования, а также и от самого волнового режима в определённом месте. Например, это характе-

ристики волн и их наличие в течение года. Необходимые гидрологические данные обычно недоступны.

Применение энергии волн имеет также свои отрицательные черты, например, штормовая волна способна смять лопасти водяных турбин. Проблема решается методами искусственного уменьшения мощности, заключенной в волнах. Также некоторые типы генераторов представляют огромную угрозу для безопасности флоры и фауны морей и океанов, где они расположены. К этим недостаткам также можно добавить то, что в местах установки отдельных видов агрегатов промышленное рыболовство становится невозможным [13].

В итоге волновая энергетика обладает некоторыми преимуществами. Например, волновая электростанция способна заменить волногасители, которые защищают береговую линию и прибрежные сооружения от разрушения. Также волновые электрогенераторы малой мощности можно монтировать непосредственно на мостовых опорах, причалах, принимая мощность волн. Удельная мощность волн выше удельной мощности ветров на 1-2 порядка, отсюда следует, что волновая энергетика может оказаться выгоднее, нежели ветряная [14].

При современном интенсивном развитии научно-технического прогресса, безусловно большое внимание уделяется развитию энергетики и, в частности, развитию волновой энергетики, которая может стать важнейшей составляющей энергетического потенциала отдельных стран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тетельмин, В.В. Физические основы традиционной и альтернативной энергетики [Текст] : учеб. пособие / В.В. Тетельмин, В. А. Язев. - Долгопрудный: Интеллект, 2016. - 175 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Альтернативные источники энергии [Текст] : учеб. пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2015. - 245 с.
3. Земсков, В.И. Возобновляемые источники энергии в АПК. Учебное пособие / В.И. Земсков. - М.: Лань, 2014. - 368 с.
4. Усачев И.Н. Приливные электростанции. - М.: Энергия, 2002. - 288 с.
5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст]: учеб. пособие для вузов / ред. В.В. Денисов. - Ростов н/Д : Феникс, 2015. - 318 с.
6. Аугуста Голдин. Океаны энергии. - Пер. с англ. - М.: Знание, 1990. - 144 с
7. Торшин, В.В. Перспективные машины и аппараты для энергетики и транспорта [Текст]: монография / В.В. Торшин, Ф.Ф. Пащенко, Л.Е. Круковский. - М.: ЛиброКом, 2013. - 299 с.
8. Лисенко, В.Г. Хрестоматия Энергосбережения / В.Г. Лисенко, Я.М. Щелоков, М.Г. Ладышев. - М.: Теплоэнергетик, 2012. - 699с.
9. Свидерская, О.В. Основы энергосбережения / О.В. Свидерская. - М.: ТетраСистемс, 2016. - 176 с.

10. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. - М. Энергоатомиздат. 1990. - 392 с.
11. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: КноРус, 2012. - 240 с.
12. Оценка экономической эффективности энергосбережения. Теория и практика. - М.: Теплоэнергетик, 2015. - 400 с.
13. Панич А. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс] - <http://www.nestor.minsk.by/sn/2003/21/sn32118.html> [20.10.18].
14. Семенов, В.С. Основы энергосбережения / В.С. Семенов. - М.: Книга по Требованию, 2013. - 259 с.

УДК 621.31

Коновалов Юрий Васильевич,

к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: yrvaskon@mail.ru

Садовский Степан Андреевич,
обучающийся группы ЭЭ-15-1, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический
университет», e-mail: stepan_sadovskii@mail.ru

Кривошеев Максим Евгеньевич,
обучающийся группы ЭЭ-15-1, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический
университет», e-mail: maks_krivosheev_2017@mail.ru

Тихонова Ангелина Евгеньевна,
обучающаяся группы ЭЭ-18-1, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический
университет», e-mail: lina_tikhonova@icloud.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ С СИНХРОННЫМИ ГЕНЕРАТОРАМИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ СИНХРОНИЗАЦИИ

Konovalov Y.V., Sadowski S.A., Krivosheev M.E., Tikhonova A.E.

STUDY OF ELECTROMECHANICAL COMPLEXES WITH SYNCHRONOUS GENERATORS WITH DIFFERENT SYNCHRONIZATION MODES

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований различных методов синхронизации электромеханических комплексов с синхронными генераторами, возникающих при включении синхронного генератора на параллельную работу с сетью и при самосинхронизации при аварийных режимах короткого замыкания.

Ключевые слова: электромеханический комплекс, синхронный генератор, исследования, метод синхронизации, короткое замыкание, самосинхронизация.

Abstract. The results of experimental studies of various methods of synchronization of electromechanical complexes with synchronous generators arising when the synchronous generator is turned on for parallel operation with the network and during self-synchronization during emergency modes of a short circuit are presented.

Keywords: electromechanical complex, synchronous generator, research, synchronization method, short circuit, self-synchronization.

Включение синхронных генераторов (СГ) на параллельную работу с сетью, как правило, производится автоматически, при помощи автосинхронизаторов. Операция

включения синхронных генераторов на параллельную работу весьма сложна и ответственна. Последствием неправильного включения генератора в сеть в лучшем случае может