

УДК 620.91

РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПОПЛАВКОВО - ВОЛНОВОЙ МИКРО-ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

¹Елисеев А.В., ²Велькин В.И., ²Щеклеин С.Е., ²Лаврешин А.С.

1- ОАО «OceanRusEnergy», 2-Уральский федеральный университет (Екатеринбург)

Аннотация

Приведены данные о состоянии волновой энергетики и основные конструкции разработок в мире. Описана конструкция разрабатываемого отечественного модуля волновой ЭС. Показаны принцип работы, достоинства разрабатываемой волновой установки и её преимущества по сравнению с имеющимися аналогами за рубежом. Приведена схема экспериментального стенда- имитатора волн, а также результаты исследований..

Ключевые слова: волновая энергетика, возобновляемые источники энергии, волновой энергомодуль.

Среди разнообразных видов возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России особняком стоит волновая энергетика. Между тем, в последнее время, она вызывает все больший интерес у специалистов во всем мире [1].

Состояние вопроса

Первая заявка на патент волновой электростанции была подана в Париже в 1799 г. Уже в 1890 г. была предпринята первая попытка практического использования энергии волн/

В Норвегии с 1985 года действует первая в мире промышленная волновая электростанция мощностью 850 кВт [2].

Следующая волновая электростанция мощностью 2,25 МВт вошла в коммерческую эксплуатацию только в 2008 г. в районе Агусадора (Португалия) на расстоянии 5 км от берега. Проект электростанции принадлежит шотландской компании *Pelamis Wave Power*, которая в 2005 г. заключила контракт с португальской энергетической компанией *Enersis* на строительство волновой электростанции. Стоимость контракта составила 8 млн. евро. В 2009 г. волновая электростанция была введена в эксплуатацию

на Оркнейских островах. В Великобритании строится волновая электростанция мощностью в 20 МВт [3].

Энергетическая эффективность волн

Энергетический потенциал волны зависит от ее высоты, ширины и периода волновых процессов. Все эти параметры в свою очередь в сильной степени зависят от метеорологических условий и географического положения поверхности волнения.

Расчеты специалистов показали, что средняя удельная мощность ветровых волн для стран северного полушария составляет около 25 кВт/м. В Атлантическом океане для волны высотой 2,7 м при периоде волны в 7,1 с за 60 ч с 1 погонного метра фронта волны можно получить до 30 000 кВт·ч[4].

Регионы мира с максимальной удельной энергией волн (млн кВт·ч/ п. м фронта волны в год)

Северо-запад Ирландии	0,535
Юго-восток Канады	0,465
Запад Франции	0,420
Запад США	0,415
Курильские острова	0,370

Регионы мира и моря с максимальной удельной энергией волн (кВт/п. м фронта волны)

Северная Атлантика	40-80
Индия	50-90
Запад Канады	до 60
Новая Зеландия	до 35
Баренцево море	22-29
Норвегия	до 20
Охотское море	12-20

Целесообразность использования энергии волн определяется их высокой удельной мощностью. В открытом море при высоте волны более 10 м удельная мощность может достигать 2 МВт/м. Технически можно использовать энергию волн лишь в прибрежных зонах, где удельная

мощность не превышает 80 кВт/м. Удельная мощность ветрового волнения составляет [5]:

Каспийское море 7...11 кВт/м.
Баренцево море 22...29 кВт/м.
Балтийское море 7...8 кВт/м.
Охотское море 12...20 кВт/м.

Существуют множество разработок волновых преобразователей, часть из которых реализованы в той или иной мере. Наиболее известные: поплавковая ГЭУ, плот Коккереля, качающаяся «утка» Солтера, осциллирующий водяной столб, пульсирующий водяной столб Массуды [6].

Волновые установки поплавкового типа при испытаниях показывают

- хороший уровень КПД (80%);
- возможность полного отбора энергии волны;
- на сегодняшний день являются наиболее распространенными.

Установки на основе «осциллирующих водных столбов» при испытаниях, например, в Японии («Каймей», 1980 год) показали довольно низкий уровень КПД (15-25 %). Однако разработки по данному типу ВлЭС продолжаются.

Установки типа «Упругая труба» и «Плот Коккереля»

- в настоящее время не рентабельны
- не получают распространения из-за своих громоздких конструкций,
- выявлены сложности с укреплением в определенной точке поверхности (заякориванием)
- низкая эффективность.

Конструкция разрабатываемого волнового модуля Волновой мГЭС

Разрабатываемый образец волновой энергоустановки поплавкового типа представляет собой закрытую металлическую капсулу отрицательной плавучести для испытаний в имитирующих морское волнение условиях.

Корпус ВлмЭС выполнен из стального трубного проката диаметром 180мм, внутри которого подпружинен маятник. Внутри корпуса маятника закреплен небольшой трехобмоточный генератор переменного тока. На приводном валу

генератора расположено зубчатое колесо, которое перемещается в зацеплении с рейкой, продольно закрепленной внутри корпуса волногенератора.

Волновая электрогенерирующая установка состоит из вертикально расположенного цилиндрического корпуса с размещенными в нем механическим преобразователем энергии морских волн. Последний включает в себя пружину с грузилом, винтовую пару, муфты, переходник, паразитную шестерню, генератор. Конструкция имеет встроенный мультипликатор, при этом вращение генератору передается от винтовой пары через муфты, шестерни и мультипликатор, а муфты выполнены шестеренчатыми обгонными. Особенностью цилиндрического корпуса ВлмГЭС является то, что он содержит в себе два блока, разделённых перегородкой: разгонный, включающий винтовую пару, пружину и грузило (рис.1.) и генерирующий, включающий шестеренчатые обгонные муфты, переходник, паразитную шестерню, мультипликатор и генератор [7].

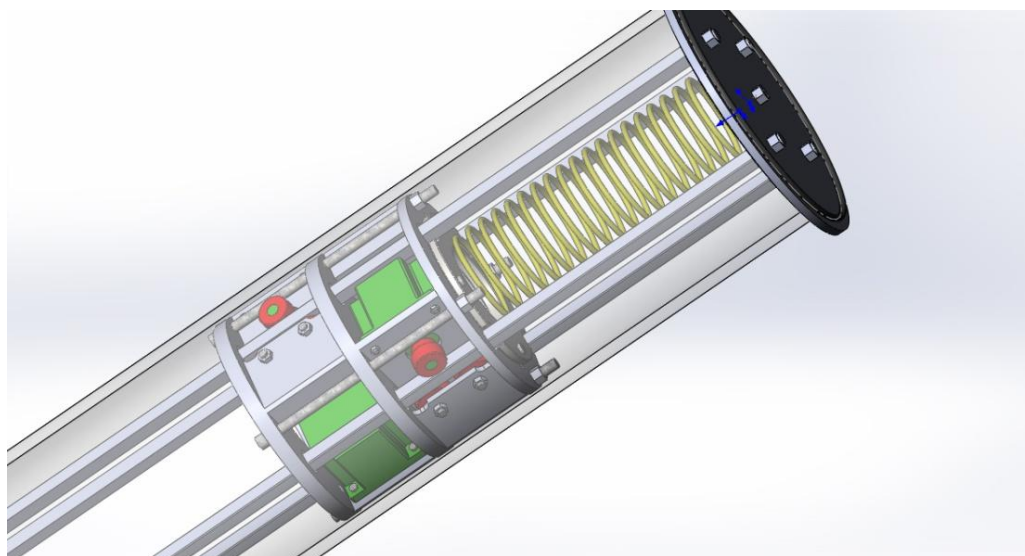


Рис.1. Вид расположения элементов конструкции блока Вл мЭС

При создании волнового движения в верхней и нижней точках прохождения волны, маятник совершает возвратно-поступательные движения, аккумулируя потенциальную энергию в пружине. При вращении вала генератора вырабатывается переменный ток. Для создания постоянного тока предусмотрены небольшие выпрямители (например, по схеме Ларионова), что позволяет осуществлять зарядку АКБ.

Схема воздействия волны на поплавковый микромодуль волновой микро ЭС (ВлмЭС) представлена на рис.2.

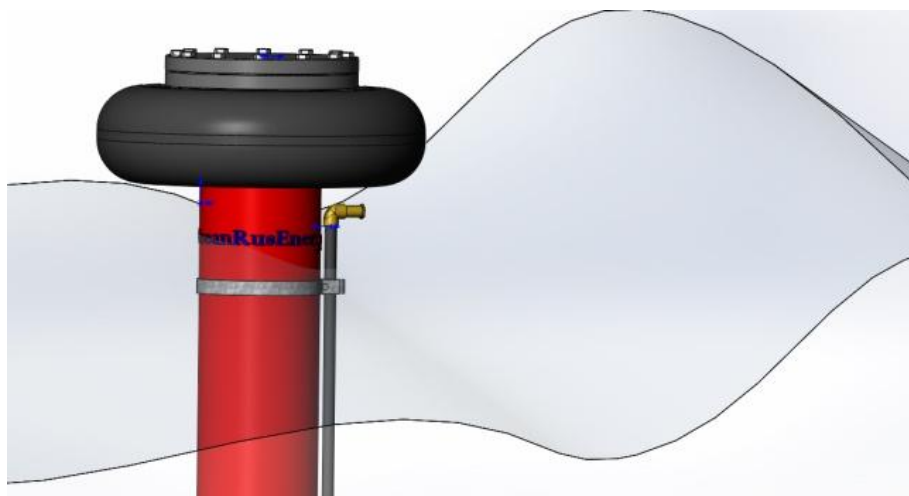


Рис.2 Схема воздействия волны на микромодуль ВлмЭС

При испытаниях модуля ВлмЭС имитировалась волновая качка Баренцева моря с периодом колебания волны от 1 до 3,5 секунд, среднегодовой скоростью ветра 7-9 м/с, расчетной гарантированной амплитудой колебаний (высота волны) 20 см и 30 см.

Для имитации волны была создана установка, представленная на рис. 3.

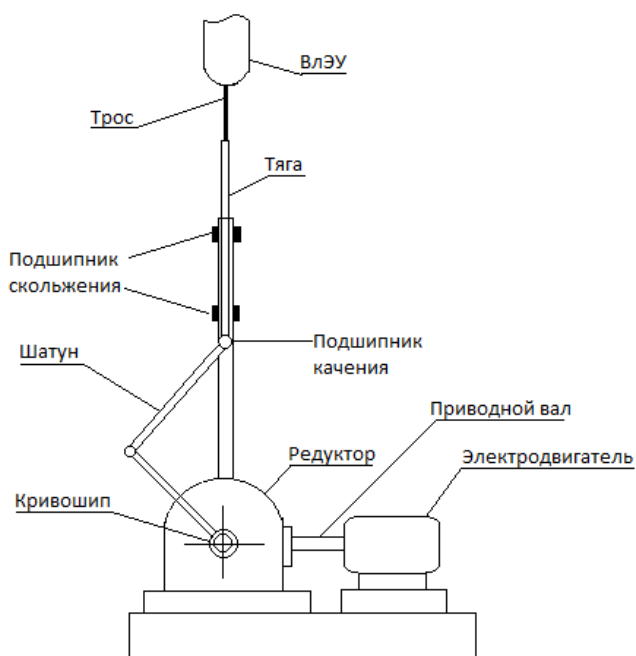


Рис.3. Имитатор волнообразования для Вл мГЭС.

Для имитации волн был использован кривошипно– шатунный механизм (КШМ) с продольным движением конечного звена –тяги. КШМ преобразовывал вращение вала двигателя в возвратно-поступательное движение тяги. В качестве привода был выбран асинхронный двигатель мощностью $P=1$ кВт и частотой вращения n_0 не менее 3000 об/мин. Редуктор был подобран из расчета передаточного отношения $Z=25$.

Использование в исследовании режимов имитации волн с амплитудой $A=20$, $A=30$, и периодом колебаний $T=2, 3, 3.5$ с позволило получить необходимые электротехнические значения и характеристики для оценки генерируемой мощности и определить оптимальные и эффективные режимы работы исследуемой поплавковой ВлмЭС.

Испытания на стенде проводились в лаборатории волновой энергетики Евроазиатского центра ВИЭ УрФУ. Испытуемый образец ВЛмЭС представлен на рис. 4.



Рис.4. Фото исследовательского образца Вл мЭС в лаборатории УрФУ

Пример электротехнических параметров генерирующего модуля при постоянном токе(DC) представлен на рисунке 5.

$V, Вт$

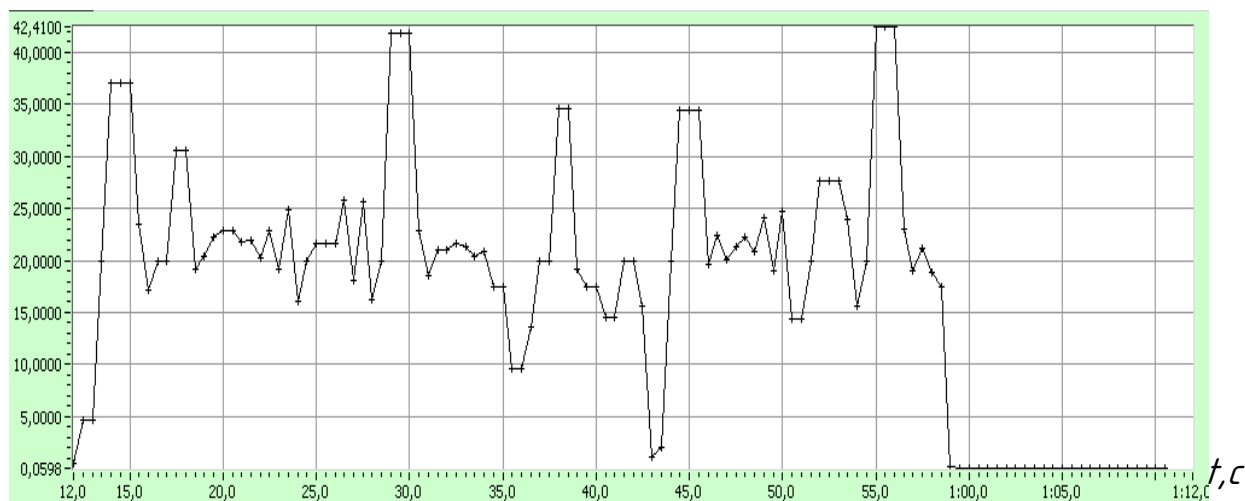


Рис. 5. Показатели мощности Вл мГЭС при амплитуде колебаний 0,2м и периоде 1 с.

Результаты экспериментов с имитацией волн разной амплитуды и периода колебаний волн T показали, что генерируемая мощность одного модуля Вл мГЭС составляет 15-60 Вт. Увеличение мощности до уровня, нескольких кВт, решается за счет использования нескольких микромодулей Вл мГЭС, объединенных в единый кластер (рис.6)

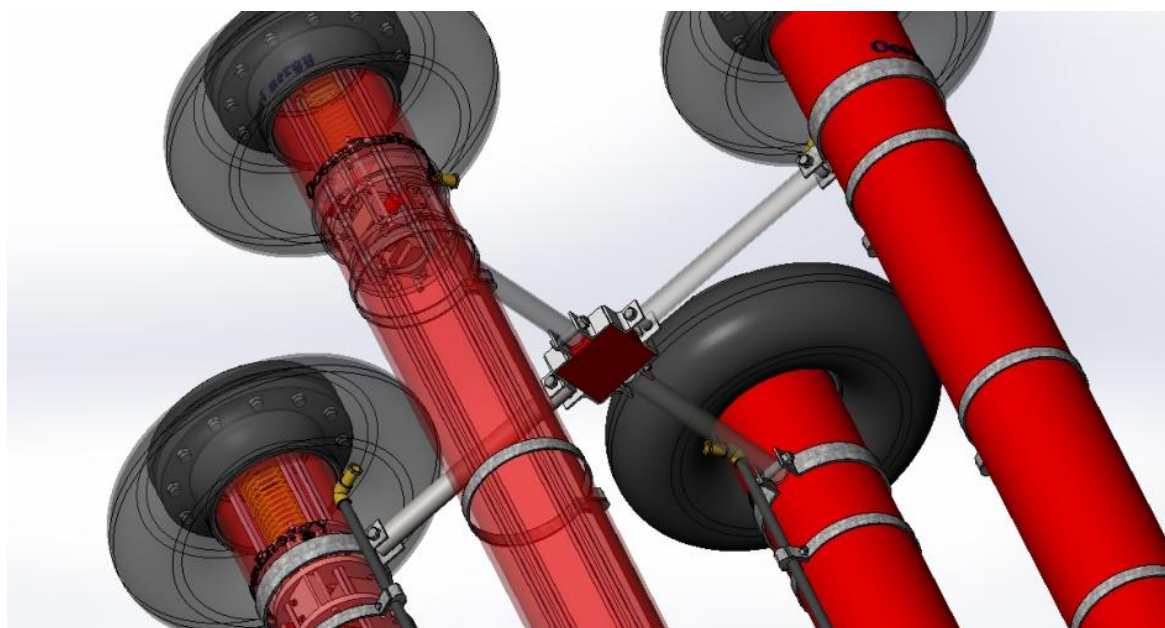


Рис.6. Схема кластера Вл мЭС из 4-х микромодулей.

Дальнейшее наращивание мощности Вл мЭС до нескольких десятков и сотен кВт может быть реализовано путем сборки большего числа микромодулей в кластеры ВИЭ на базе волновых микроводулей (рис. 7).

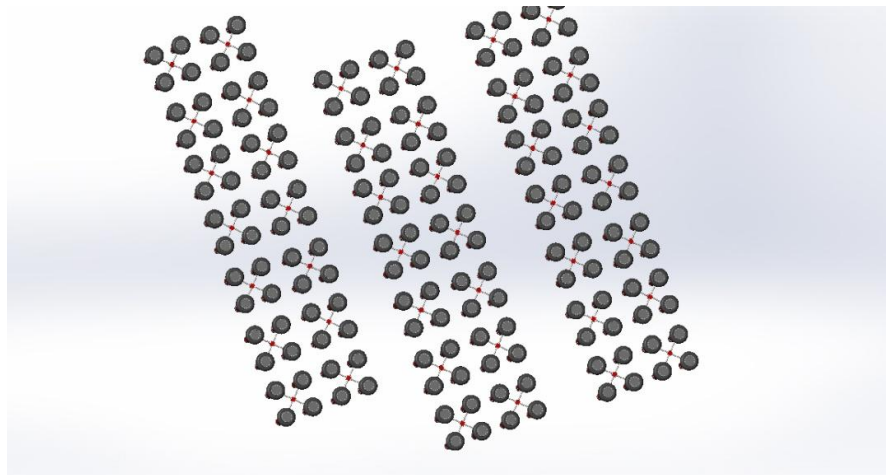


Рис. 7. Схема энергетической фермы на базе волновых микромодулей

Выводы

1. Разработанный микромодуль волновой мГЭС продемонстрировал возможность генерации энергии при амплитудах волн от 20 см и более с периодом колебаний волн T в диапазоне 1-5 с.
2. Экспериментальные исследования с имитатором волновых колебаний подтвердили значения генерации одного микромодуля в диапазоне мощностей от 20 до 60 Вт.
3. Нарастивание мощности Вл мГЭС до уровня нескольких десяткой и сотен кВт возможно при формировании микромодулей в кластеры и создании волновых энергетических ферм.
4. Диапазон применения волнового микромодуля для генерации энергии включает в себя потребности Министерств обороны, чрезвычайных ситуаций и многих других заказчиков, нуждающихся в автономном, топливо независимом и долговременном источнике энергии.

Библиография

1. Дьяков А. Ф., Морозкина М. В. Проблемы использования энергии волн. -М.: Энергоатомиздат, 1993. 176с.
2. Жарков С. В. Энергия морских волн и ВЛЭС // Энергия: Экономика, Техника, Экология. 2008. №4. С. 11-18.
3. Сичкарев В. И., Акуличев В. А. Волновые энергетические станции в океане. Л.: Наука, 1989. 134 с. 3. Акуличев В.А. Методы преобразования энергии океана. М.: Наука 1983.-120с.

4. Резникова Л. Н., Сичкарев В. И. Оценка потока волновой энергии бассейна Тихого океана // Использование энергии приливных и ветровых волн в океане. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 25-32.
5. Резникова Л. Н., Сичкарев В. И., Кукушкин И. В. Оценка энергетических запасов волнения Мирового океана // Тезисы докладов 1У Всесоюзной конференции "Проблемы научных исследований в области изучения и освоения Мирового океана": Гидрофизические поля океана и методы их исследования, ч. 2. Владивосток: МВССО, ДВНЦ-АН СССР, 1983. С. 3-5.
6. Виссарионов В.И., Волшаник В.В., Золотов Л.А. Использование волновой энергии. - М: Издательство МЭИ, 2002.-144с.
7. Патент РФ № 2006121511, 2006, Алексеев А.В. Волновая энергетическая установка. Патент России №023345, 2006 г.
8. Елисеев А.В., Велькин В.И., Щеклеин С.Е.,. Разработка исследовательского волнового буй для мониторинга акватории мира.//Сб. трудов Всероссийской НПК «Развитие Арктики и приполярных регионов», Екатеринбург, УрФУ, 2014.-С.214-216.