

**К вопросу создания волновых электростанций
для Азово-Черноморского бассейна**

УДК 551.46:629.12

Авторы: Алоба Лео Тосин, инженер, Блинцов В.С., д-р техн. наук

Национальный университет кораблестроения, Украина

Одним их возобновляемых и экологически чистых источников энергии является энергия морских волн [1]. С момента первых идей преобразования этой энергии в электрическую Дэвида Росса [2] и до наших дней сформулированы сотни идей и разработаны десятки волновых электростанций (ВЭС) [3]. Некоторые из них построены и успешно эксплуатируются [4].

В тоже время, большое разнообразие принципиальных схем построения ВЭС, обусловленное гидрометеорологическими условиями различных акваторий Мирового океана, на сегодня не обеспечивают их эффективной работы в условиях Азово-Черноморского бассейна. Это обусловлено спецификой морского волнения в этом бассейне – наличием преимущественно коротких и крутых волн малой высоты (до 2,2 метров), для которых необходимо разрабатывать нетрадиционные технические средства преобразования волновой энергии в электроэнергию.

Рассмотрим кратко волновые режимы Азовского и Черного морей с позиций создания такого рода энергетических установок. На указанных акваториях возможно существование ветровых волн максимальной высотой до 5,1-20,0 метров (см. табл. 1) [5]. Однако, такие волны образуются чрезвычайно редко. Волны с 3-процентной и большей обеспеченностью имеют высоту 1,5-3,0 метра.

Таблица 1 – Характеристики волн Черного моря

Высота волн, м	Повторяемость по месяцам и годовая, %												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Годовая
0.0-0.5	40.7	41.0	47.7	62.2	71.4	68.9	62.7	58.4	54.7	48.2	43.7	39.2	53.3
0.6-1.0	23.6	23.9	23.6	21.0	17.4	18.9	21.4	22.7	22.7	23.9	24.8	24.9	22.4
1.1-1.5	15.6	15.8	14.1	9.1	6.8	7.4	9.5	11.0	11.9	13.3	14.8	16.3	12.1
1.6-2.0	9.4	9.5	7.3	4.2	2.8	3.0	4.0	4.9	6.3	7.5	8.2	9.4	6.4
2.1-2.5	4.6	4.2	3.2	1.7	0.9	1.0	1.6	1.7	2.1	3.3	4.1	4.5	2.7

2.6-3.0	3.4	2.9	2.0	0.9	0.4	0.4	0.5	0.8	1.2	2.1	2.6	3.0	1.7
3.1-3.5	0.8	1.2	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	0.7	1.0	0.5
3.6-4.0	1.2	0.8	0.7	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.4	0.6	0.7	0.9	0.5
4.1-4.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1
4.6-5.0	0.3	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
5.1-20.0	0.2	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1

Для Азовського моря характерними являються хвилі висотою менше 1 м (повторюваність їх досягає 75 %). Повторюваність висот хвиль 1-2 м становить 20-45 %, а висот хвиль 2-3 м – не більше 13 %.

В центральній частині Азовського моря висоти хвиль не перевищують 3,5 м, і тільки в дуже рідких випадках вони досягають 4 м.

В Азовському морі спостерігаються хвилі, які мають довжину в основному 15-25 м, і тільки іноді 80 м. Період хвилі звичайно менше 5 с, дуже рідко 7-8 с. В описуваній області відзначаються короткі і дуже круті хвилі.

Таким чином, актуальною задачею є аналіз відомих схемотехнічних рішень в області хвильової енергетики і визначення перспективності для використання на акваторіях Азовського і Чорного морей.

Таблиця 2

Повторюваність висот хвиль, %				
Висоти хвиль, м	Декабрь - февраль	Март - май	Июнь - август	Сентябрь - ноябрь
1	2	3	4	5
< 1	36	45	75	47
1-2	46	41	21	39
2-3	13	11	3	10
≥ 3	5	3	1	4

Результаты анализа по [3, 4, 6-10] известных ВЭС приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Классификация волновых электростанций

№	Тип ВЭС	Наименование ВЭС	Условия работы
1	ВЭС поплавкового типа	Oregon Ltd., Multiresonant chamber, I WAVE (индийская), Power Buoy, S.D.E., «Wave_Power, Manta Wings	Большие и средние волны
2	ВЭС с воздушным рабочим телом	Sea-Gate-1, Israel's Eco Wave	Большие и средние волны
3	ВЭС с осциллирующим водяным столбом	Orecon	Большие и средние волны
4	ВЭС шарнирного типа	Salter Duck, Pelamis, Wave Power, Perpetu Wave,	Большие и средние волны
5	ВЭС роторного типа	Power Gin, Manta Wings	Большие и средние волны
6	Поршневые ВЭС	Searaser, SEADOG Pump, Ocean Navitas, Sync Wave Energy	Большие и средние волны
7	Пришвартованные ВЭС	Wave Dragon, SeaVolt Wave Rider, Trident Energy, OPT Power Buoy, Aqua Buoy, Manchester Bobber, OSU Permanent Magnet Linear Generator Buoys, Fred Olsen WEC	Большие и средние волны
8	ВЭС с технологией суженого канала	TAPCHAN, Mighty Whale,	Большие и средние волны
9	ВЭС, использующая набегающие волны, столб воды и поток воздуха	Wells Turbine	Большие и средние волны
10	ВЭС с гибким энергопоглощающим элементом	«Крок-1»	Средние и малые волны
11	Аттенюаторные ВЭС	C-Wave Point Absorber	Большие и средние волны
12	ВЭС буйкового типа	Wave Bob, Wave Energy Technologies, Seabased	Средние и малые волны

13	Wave Treader	Wave Roller	Большие и средние волны
14	Подводный attenuator	R38/50kW Волна R38/50kW преобразователей энергии	Средние и малые волны
15	ВЭС на принципе обратного осмоса	СЕТО	Средние и малые волны

Как следует из табл. 2, наиболее перспективными для применения на Азово-Черноморском бассейне являются четыре типа ВЭС: ВЭС с гибкими энергопоглощающими элементами, ВЭС attenuatorного типа и ВЭС, использующие явление обратного осмоса.

Предварительный анализ принципов работы указанных четырех типов ВЭС с позиций возможной технической реализации на мелководных акваториях Азовского и Черного морей показывает, что наиболее целесообразными вариантами являются:

ВЭС с подводным attenuatorом;

ВЭС с электрическими буйами.

Кроме того, выполненные авторами оценочные расчеты ВЭС поплавкового типа также позволяют надеяться на получение работоспособной и эффективно энергетической установки для малых морских волн, для чего имеет смысл усовершенствовать известную конструкцию поплавковой ВЭС в направлении оптимизации характеристик первичных энергоспринимающих элементов (поплавков).

Для выработки научно обоснованных рекомендаций по проектированию и созданию указанных типов ВЭС и проведения их сравнительного технико-экономического анализа необходимо решить следующие прикладные научные задачи:

разработать математическую модель динамики взаимодействия первичного энергоспринимающего элемента с морской волной;

исследовать и обосновать наиболее эффективную схему преобразования механической энергии энергоспринимающего элемента в электроэнергию;

теоретически исследовать вопросы прочности конструкции ВЭС при работе в условиях волн Азово-Черноморского бассейна и разработать инженерные методики для их проектных расчетов;

рассмотреть вопросы надежности функционирования элементов и систем ВЭС;

синтезировать систему автоматического управления работой ВЭС в нормальных и аварийных режимах.

Вывод: выполнен сравнительный анализ характеристик существующих типов волновых электростанций, выбраны наиболее перспективные из них для работы в Азово-Черноморском бассейне и сформулированы прикладные научные задачи, решение которых создаст теоретическую основу для практического создания таких ВЕС.

Литература.

1. Коробков В.А. Преобразование энергии океана. – Л.: Судостроение, 1986. – 280 с.
2. Росс Д. Энергия волн. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 112 с.
3. Cruz Joao. Ocean Wave Energy: Current Status and Future Perspectives (Green Energy and Technology). – Springer, 2008. – 431 pp.
4. International Energy Agency. Implementing Agreement on Ocean Energy Systems. Annual Report. – OES, 2008. – 107 pp.
5. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. Вып.1. Гидрометеорологические условия. / Под ред. А.И. Симонова, Э.Н. Альтмана. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – 429 с.
6. Michael E. McCormick. Ocean Wave Energy Conversion. // New York: Wiley publisher, 1981. – 233 pp.
7. Yeung L.F., Hodgson Paul, Bradbeer Robin. Generating electricity. Using Ocean Waves. A Renewable Source of Energy. // Hong Kong: Electric Company Limited, 2007. – 66 pp.
8. Dean Robert G., Dalrymple Robert A. Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists, Ced Series on Ocean Engineering – Volume 2. – World Scientific Publishing Co. Ric. Ltd, USA, 2000. – 353 pp.
9. Results from the Work of the European Thematic Network on Wave Energy. European Community. – ERK5-CT-1999-20001. – WaveNet, 2003. – 502 pp.
10. Drew, B., Plummer, A.R., Sahinkaya, M.N. A review of wave energy converter technology. // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy, 2009. – pp. 887-902.