

Міністерство освіти і науки України
Управління освіти і науки Дніпропетровської облдержадміністрації
Дніпропетровське територіальне відділення МАН України

Відділення: Технічних наук
Секція: Науково-технічна
творчість та винахідництво

ХВИЛЬОВА ОПРІСНЮВАЛЬНА УСТАНОВКА

Роботу виконав:
Литовченко Михайло
Михайлович
учень 11-А класу
КНЗ «Хіміко-екологічний ліцей»
м. Дніпропетровська

Науковий керівник:
Литовченко Юрій Кирилович,
Національна Металургійна
Академія України,
Доцент, кандидат технічних
наук.

ТЕЗИ

Робота: **«Хвильова опріснювальна установка»**

Автор: **Литовченко Михайло Михайлович**

Дніпропетровське територіальне відділення МАН України.

КНЗ «Хіміко-екологічний ліцей», 11-А клас, м. Дніпропетровськ.

Науковий керівник: Литовченко Юрій Кирилович, доцент ДМетАУ, к.т.н.

Головними проблемами островів і прибережних районів є відсутність електрики і прісної води. Щоб замінити традиційні дизельні генератори люди будують вітряні турбіни, сонячні батареї і геотермальні електростанції. Незважаючи на це, проблеми все ще не вирішені. Я створив технологію для виробництва прісної води і електрики, для цього мені потрібно тільки море та хвилі! І моя технологія є дуже недорогою: термін окупності (РР) протягом двох років. Мій конвертер складається з рами з робочими камерами і приводного валу. Оригінальність моєї концепції у конструкції робочих камер і розташуванні клапанів. Коли хвилі рухаються вгору клапан закривається і порожні камери також рухається вгору під дією сили Архімеда, а в протилежні камери вода вільно надходить. Коли хвилі рухаються вниз – заповнені водою камери переміщуються вниз під дією сили гравітації. Дисбаланс сил обертає установку, і дуже важливо, що обертання постійно з одним і тим же знаком. Обертальний рух передається на насос для отримання високого тиску. Тиск дозволяє виділяти з солоної води деяку кількість питної води на мембранному фільтрі. Але більша частина солоної води накопичується у водонапірній башті і використовується для виробництва електроенергії на гідро-турбінах.

Другий рік своєї роботи я присвятив проведенню експериментів зі створеним мною прототипом конвертора у реальних умовах на Азовському морі. По отриманим результатам я доопрацював конструкцію клапанів, що значно покращило загальний ККД обладнання. І тепер я з впевненістю можу сказати, що запропонована мною технологія дає можливість отримати доступ до дешевої енергії і прісної води, що значно допоможе поліпшити рівень життя людей і сприятиме економічному та соціальному розвитку громади.

ЗМІСТ

1	ВСТУП	4
2	РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ДАННІ	5
	1.1. Сучасний розвиток хвильової енергетики	5
	1.2. Слабкі сторони відомих технологій	6
3	РОЗДІЛ 2 КОНЦЕПЦІЯ ТА КОНСТРУКТИВНІ УДОСКОНАЛЕННЯ	7
	2.1. Принципова схема установки та опис роботи	7
	2.2. Вдосконалення загальної компоновки модуля	8
	2.3. Обґрунтування геометричних розмірів модуля	9
4	РОЗДІЛ 3 ПРОВЕДЕННЯ ЕСПЕРИМЕНТІВ	11
	3.1. Випробування масштабних моделей	11
	3.2. Випробування прототипу	12
	3.3. Обробка результатів та розрахунок ККД	12
5	РОЗДІЛ 4 КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ	15
6	ВИСНОВКИ	17
7	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	19
8	ДОДАТКИ	20

ВСТУП

Відсутність питної води в найближчому майбутньому є одною з ключових проблем, що постали перед людством у 21 столітті. Основними причинами є постійне зростання світового населення і невелика кількість доступної прісної води. Майже 97% усієї води на Землі складає солоня вода океанів і морів і тільки 3% прісної води. Більш того, тільки 1% цієї води можна використовувати вільно. Таким чином, кращий спосіб забезпечити себе свіжою питною водою має бути опріснення. Для цього існує багато методів, але всі вони дуже енергоємні.

Для поліпшення енергетичного сектора потрібно зняти залежність від викопного палива, і це можливо за допомогою переходу на поновлювані джерела енергії (океанські, геотермальні, сонячні, вітрові та біопаливо). Наприклад, згідно з інформацією USAID, тільки країни Карибського співтовариства можуть заощаджувати десятки мільярдів доларів США. Багато островів практично не мають доступу до сучасних і доступних джерел енергії, а ціни на енергоносії є одними з найвищих у всьому світі. У деяких випадках вартість електроенергії становить у 5 разів більше, ніж у США, в основному в результаті залежності від імпорту нафтових палив. Виробництво електроенергії споживає понад 50 мільйонів барелів нафти на рік, щоб забезпечити 90% первинної енергії.

У своїй роботі я розробив устаткування для опріснення, яке працює завдяки перетворення енергії хвиль. Я ознайомився з багатьма різними інтернет і літературними джерелами і не виявив жодного рішення на основі використання поновлюваних джерел енергії, які були б технічно і, особливо, економічно бездоганним. Саме тому метою мого дослідження було знайти можливе технічне рішення цієї проблеми, та розробити спрощений метод розрахунку потенціалу установки. Під час моїх лабораторних і польових дослідів я виготовив і успішно випробував різні експериментальні модулі за умов природних хвиль на річці Дніпро та Азовському морі.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ДАННІ

1.1. Сучасний розвиток хвильової енергетики

В даний час по усьому світу вчені розробляють багато пристроїв для опріснення води та виробництва електроенергії. Але, в області опріснення морської води за допомогою енергії хвиль сьогодні є два лідери: компанії «Карнегі» [5] і «Аквамарин» [8]. Проект Карнегі утворює складову частину більш широкого проекту Перт Wave Energy. Це буде включати в себе проектування, будівництво, розгортання і "оцінка експлуатаційних характеристик" з дослідного виробництва підключених до мережі 720 кВт встановленої потужності демонстраційного проекту енергії на острові Гарден, Західна Австралія. Сам проект складатиметься з трьох "СЕТО"-одиниць [5] в підводному масиві, а також підводних трубопроводів, що з'єднують завод та берег, гідравлічного устаткування для опріснення та виробництва електроенергії.

Очікувана продуктивність заводу до 150 м³/добу.

У загальній кількості, Карнегі було зібрано понад AUS \$ 45m (\$ US40.5m), щоб фінансувати розвиток своєї технології, яку він називає процес "швидкого прототипування". Це засновано на поєднанні комп'ютерного моделювання, тестування у басейні і тестування в океані на справніх хвилях, а також наземних і морських випробувань у комерційних масштабах в океані біля острова Гарден. Сам пілотний проект підтримується Aus \$ 1,27 m (\$ US1.18m) федерального уряду грантів від інноваційно-технологічної програми AusIndustry.

Ще одна цікава ініціатива у цій галузі, це співробітництво між Королівським університетом в Белфасті (QUB) і Aquamarine Power Королівської інженерної академії по підтримці концептуального проекту, який тривав з листопада 2005 року по квітень 2007 року.

Це було зроблено, щоб визначити, як вода може бути опрісненою

безпосередньо під тиском від енергії хвиль завдяки пристрою від компанії Аквамарин.

Безпосереднє отримання прісної води є більш ефективним, тому що немає ніякої необхідності, щоб перетворювати енергію в електрику, яка завжди призводить до деякої втрати енергії.

Однак, за словами керівництва компанії можна сказати, що в даний час будівництво заводу з опріснення води завдяки енергії хвиль не представляється можливим на комерційній основі - навіть у місцях з браком питної води і великого потенціалу енергії хвиль, без істотних грантів та підтримки від державного сектора.

1.2. Слабкі сторони відомих технологій

Першим (і головним) слабким місцем цих технологій з перетворення енергії хвиль є те, що вони використовують зворотно-поступальний рух робочих механізмів. Але, для цього потрібно ідеальні хвилі з постійними періодами і амплітудами для ефективної роботи. А це трапляється досить рідко в реальному світі.

Другий слабким місцем є дороге устаткування, монтаж і обслуговування. Крім того, існує висока вірогідність забруднення води мастилом.

У підсумку, експерти вважають, що на сьогодні ще немає ні технічно, ні економічно ефективного рішення для використання енергії морських і океанських хвиль!

РОЗДІЛ 2

КОНЦЕПЦІЯ ТА КОНСТРУКТИВНІ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Принципова схема установки та опис роботи

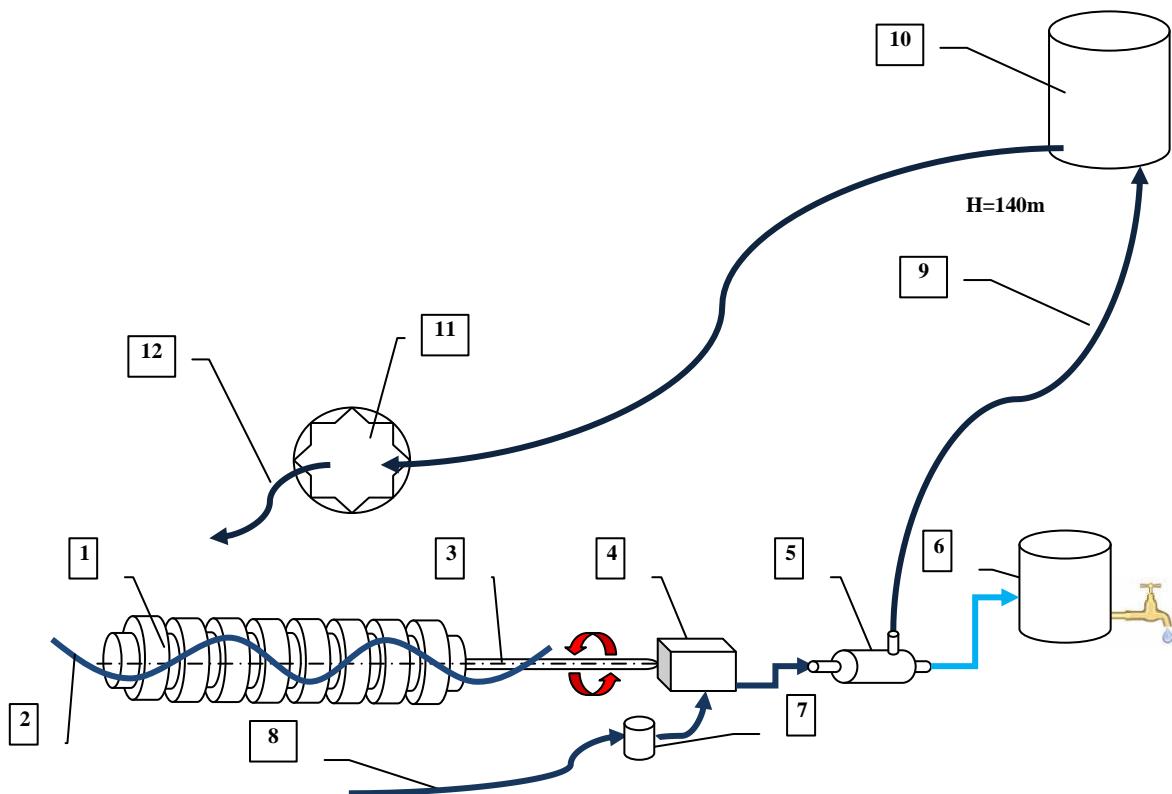


Рис. 1 Принципова схема опріснювальної установки

Хвильова опріснювальна установка працює наступним чином:

Отриманий модульною установкою для перетворення енергії хвиль 1 крутний момент через привідний вал 3 передається на насосний вузол 4, де за допомогою редуктора розподіляється між звичайним насосом для підкачки у систему солоної води 8 через попередній фільтр 7, та насосом високого тиску для забезпечення процесів зворотного осмосу на мембранному фільтрі 5. Отримана прісна вода

зберігається у накопичувальній ємності 6.

Необхідність утворення високого тиску морської води на мембрані доречно використати для отримання електроенергії. Достатньо спрямувати морську воду 9 у розташовану на висоті більш, ніж 130-140м над рівнем моря накопичувальну ємність 10 а звідти спрямувати її на гідротурбіну 11. Після турбіни морська вода 12 вже під звичайним тиском повертається у море.

2.2. Вдосконалення загальної компоновки модуля

При проведенні експериментів у 2012-2013 роках я дійшов висновку щодо доцільності виготовлення модулів з трьох робочих камер замість двох. Це запобігає утворенню так званих «мертвих зон» у роботі пристрою. Принцип дії (динамічна схема) установки наведена у Рис. 2 на прикладі розрізу одного модуля:

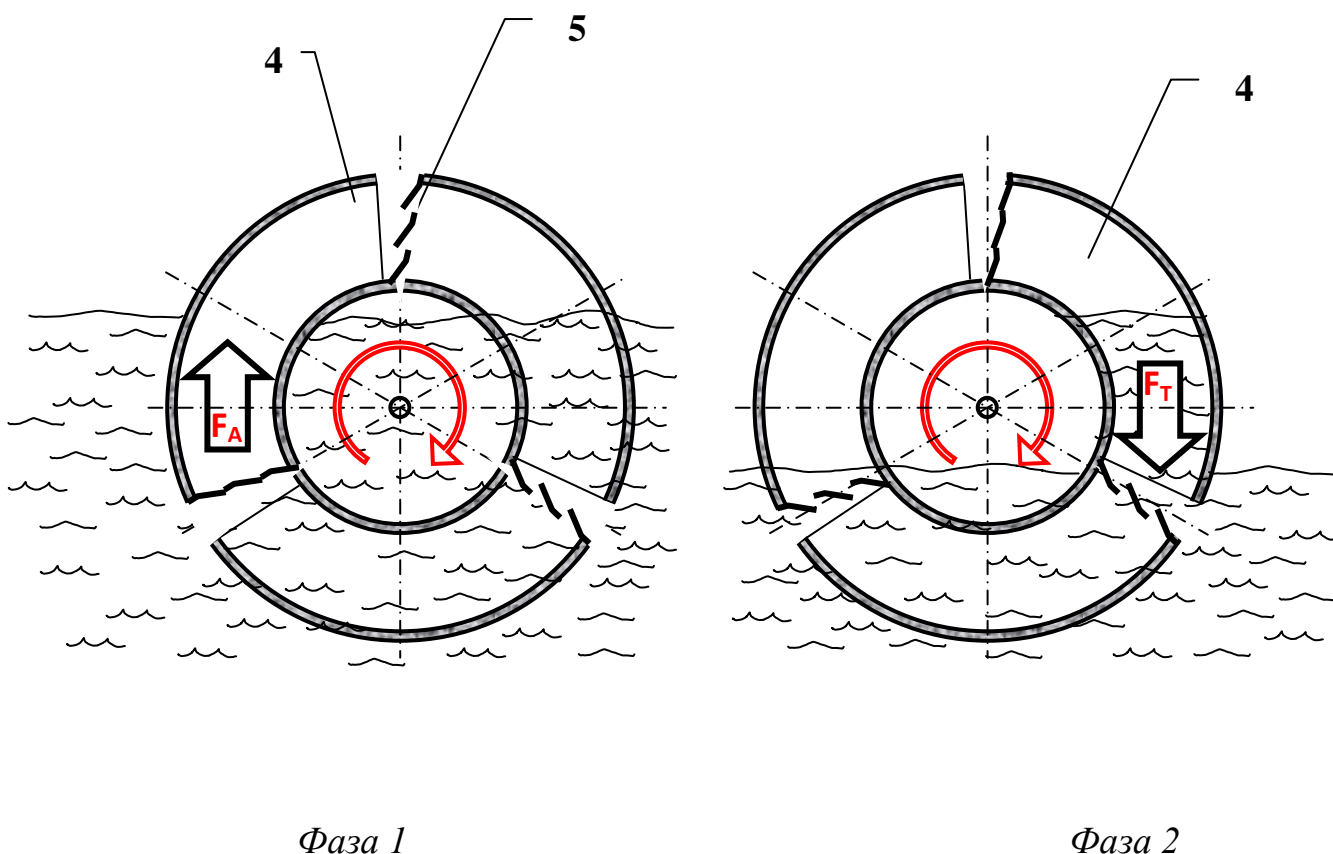


Рис. 2 Динамічна схема.

Модульна установка представлена на Рис. 1 загальним виглядом, а на Рис. 2 динамічною схемою пристрою для перетворення енергії хвиль.

Модуль на Рис.2 складається з трьох робочих камер 4, виконаних у вигляді торовидних сегментів. З переднього боку робочі камери 4 відкриті для вільного доступу води і повітря, а протилежний бік закритий клапаном 5.

Пристрій працює наступним чином:

Модульна установка для перетворення енергії хвиль закріплюється будь-яким відомим способом в місці установки так, щоб знаходитися на поверхні води в «напівзатопленому» стані. Набігаючи хвилі, як показано на Рис. 1, будуть довільним чином тимчасово затоплювати і осушувати окремі робочі камери, створюючи при цьому дисбаланс сил, що забезпечує обертання всієї установки. Круговий рух робочих камер можна умовно розділити на ділянки опускання (занурення) і підйому (спливання).

Фаза 1: Проходження гребеня хвилі і відносно «занурення» модуля

На робочій камері 4, що умовно «підіймається» клапан 5 під дією надлишкового тиску закривається і на неї починає діяти виштовхуюча сила Архімеда F_A .

У робочій камері 4, що «опускається», відкривається клапан 5 і вона безперешкодно заповнюється рідиною за принципом сполучених посудин.

Фаза 2: Падіння рівня рідини і відносно «спливання» модуля

Вага рідини F_T , яка заповнила в першій фазі робочу камеру 4 під час «занурення» модуля, створивши розрідження в робочій камері та закривши клапан 5 надає модулю крутний момент в тому ж напрямку, що і сила Архімеда F_A при «зануренні» у першій фазі.

У робочій камері 4, що «підіймається», за потреби відкривається клапан 5 і вона безперешкодно звільняється від рідини, не протидіючи обертанню модуля.

2.3. Обґрунтування геометричних розмірів модуля

У 2013 році я зробив розрахунки геометричних розмірів опріснювальної установки. У розрахунках опріснювача я прийняв до уваги параметри мембранного фільтрувального елемента Filmtec типу TW30-1812-50 виробництва концерну «DOW». На лабораторних випробуваннях зі слабким розчином звичайної солі я

отримав цілком втішний результат з опріснення води при тиску в системі біля 4-6бар . Але у ході експерименту на Азовському морі влітку 2014 року я впевнився у помилковому виборі обладнання. Для опріснення морської води з мінералізацією 8-10г/л потрібен тиск не менше за 14бар! Тобто для отримання 1л прісної води на хвилину потрібно піднімати за 1 хвилину 10л морської води на висоту 140м. Подальші розрахунки залишились без змін:

1. (для довідки) У відомих електричних опріснювальних установках [6], [7], що опріснюють біля 1л/хвилину морської води, зазвичай використовуються двигуни потужністю 0,5кВт.
2. Приймаючи до уваги непостійність хвиль, про всяк випадок приймаємо 1кВт!
3. Для потужності моєї установки у 1кВт при середніх хвилях з амплітудою біля 1м та періодом 4секунди потрібна ефективна площа робочих камер 1м².
4. Я розробив устаткування для виробництва модулів діаметром 1,2м.
5. З урахуванням застосованої технології виготовлення модулів та використаних матеріалів оптимальний перетин робочих камер дорівнює 300*300мм.

Тобто для безперебійної роботи запропонованої опріснювальної установки з перетворювачем енергії хвиль моєї конструкції діаметром 1,2м, останній повинен складатися з 10-11 модулів.

РОЗДІЛ 3 ПРОВЕДЕННЯ ЕСПЕРИМЕНТІВ

3.1. Випробування масштабних моделей

Протягом 2012-2013 років я вже накопичив певний досвід роботи. Виготовив три масштабні моделі перетворювача енергії хвиль. Провів багато лабораторних та натурних випробувань на річці Дніпро. Усі експерименти я зняв на відео для подальшого опрацювання.



Рис 3.1 Випробування лабораторної моделі М1:25 та М1:12 (2012р.).

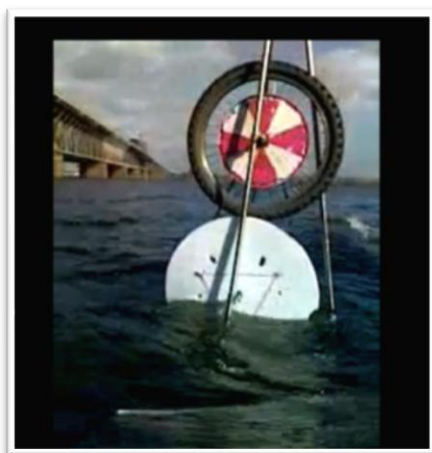


Рис. 3.2 Випробування експериментальної моделі М1:12 та М1:6 (2013р.).

3.2. Випробування прототипу

По результатах проведених експериментів я виявив деякі недоліки загального компонування та вніс певні зміни до конструкції клапанів. Зміни конструкції клапанів у цій роботі я не опрілюднюю, оскільки ще не визначився з термінами для подання заявки на винахід. Це дозволило мені навесні 2014 вдосконалити конструкцію установки і після цього виготовити один модуль в натуральну величину. Влітку я провів успішні випробування на Азовському морі. Декілька експериментів я зняв на відео для подальшого аналізу і можливих доопрацювань.

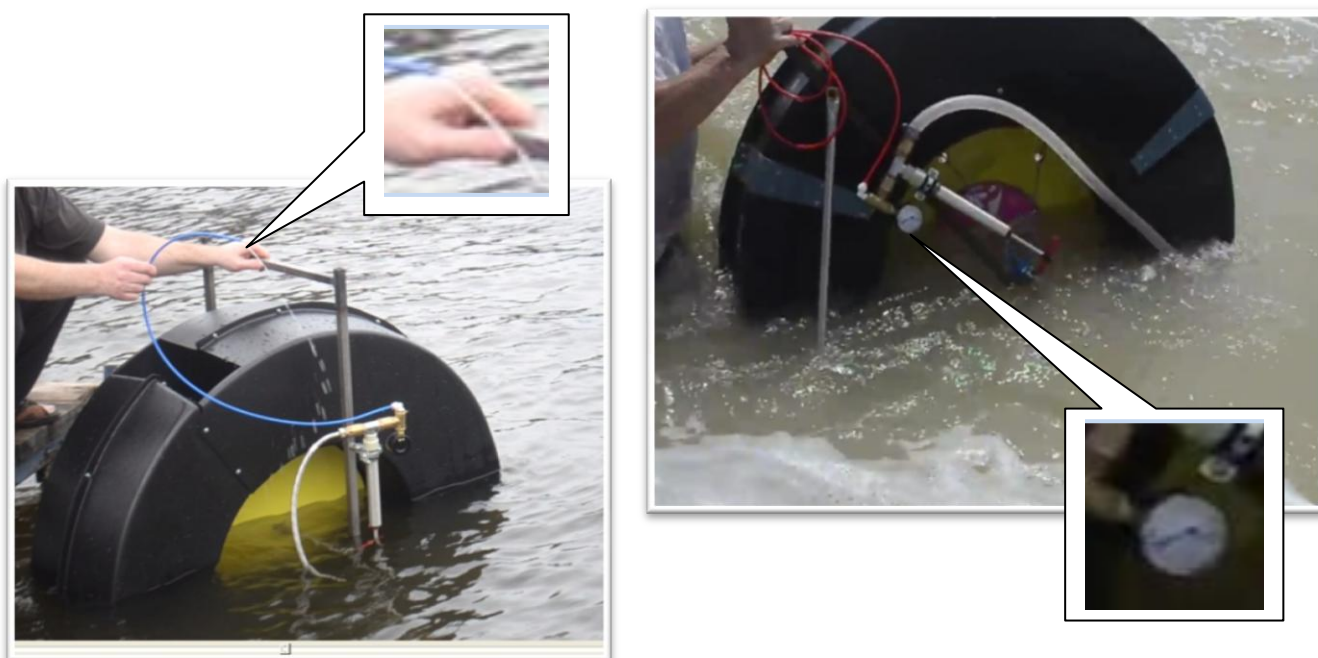


Рис.3.3 Випробування прототипу на річці Дніпро та на Азовському морі (2014р.).

На відзнятому на Дніпрі відео добре видно ефективну роботу насосу навіть при невеличких річкових хвилях. А на відео експеримента на морі можна побачити на манометрі тиск води більш ніж 7бар!

3.3. Обробка результатів та розрахунок ККД

Отриманні під час експериментів результати я записував у журналі досліджень. Ось данні з найбільш вдалого та показового експерименту:

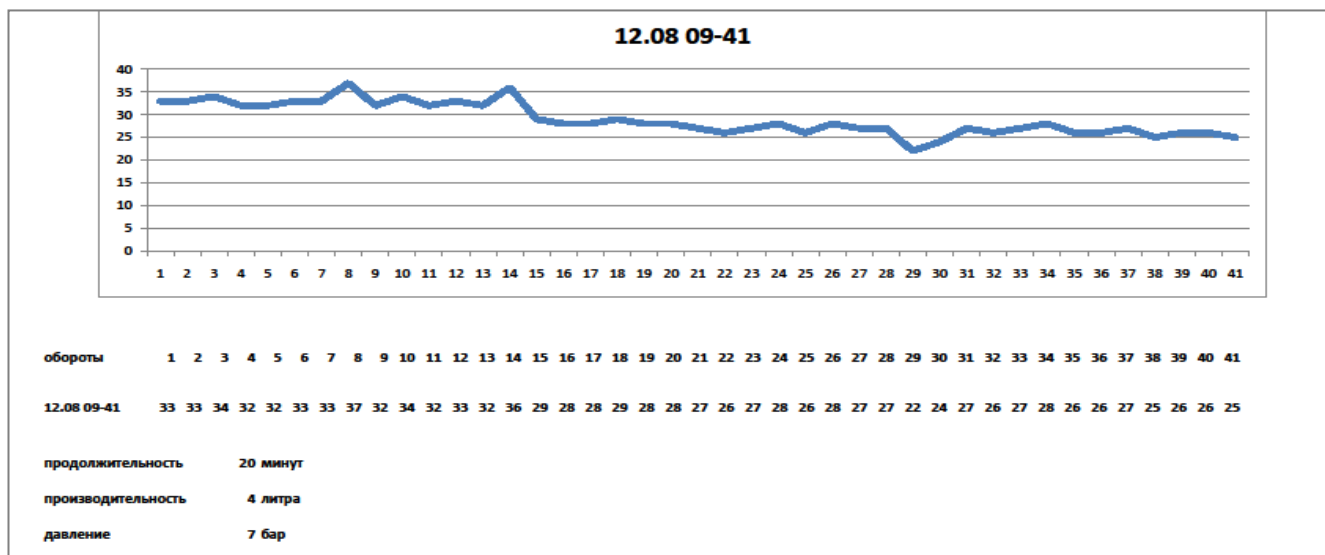


Рис. 3.4 Данні експерименту з журналу досліджень у вигляді графіку.

Отримані результати доводять, що представлений модуль моєї установки з насосом об'ємом 0,1л в спроможності закачати протягом місяця більш, ніж 70 м³ солоної води в ємність на висоті 60м:

Площа камери	0,1	м ²
Амплітуда хвилі	0,6	м
Період хвилі	2	с
Корисний об'єм	0,06	м ³
Густина морської води	1140,000	кг/м ³
Робоча вага	68,40	кг
Співвідношення плечей	6,4	
Зусилля на поршні	439,71	кг
Необхідний тиск	6	атм
Площа поршня	7,33	см ²
Хід поршня	7,50	см
Робочий об'єм насоса	109,93	см ³
Обертів за хвилину	2	
Продуктивність за хвилину	219,8571	см ³
Наявність хвиль	80%	
Продуктивність за місяць	76	м ³

Невеликі додаткові розрахунки дозволяють мені екстраполювати результати досліджень в наступні висновки: навіть у такому вигляді один модуль при хвилях амплітудою 0,6м з періодом 2с може забезпечити необхідну потужність для роботи

насоса з витратою 0,05л/оборот з тиском 14атм.:

Площа камери	0,1	м ²
Амплітуда хвилі	0,6	м
Період хвилі	2	с
Корисний об'єм	0,06	м ³
Густина морської води	1140,000	кг/м ³
Робоча вага	68,40	кг
Співвідношення плечей	6,4	
Зусилля на поршні	439,71	кг
Необхідний тиск	14	атм.
Площа поршня	3,14	см ²
Хід поршня	7,50	см
Робочий об'єм насоса	47,11	см ³
Обертів за хвилину	2	
Продуктивність за хвилину	94,22449	см ³
Наявність хвиль	80%	
Продуктивність за місяць	33	м ³
В т.ч. 10% прісної води	3,3	м ³

А це, в свою чергу, підтверджує мій висновок про те, що використання секції з 10 таких модулів дозволить додатково до виробництва 33 м³ прісної води на місяць генерувати ще й більш, ніж 110кВтч електроенергії:

$$E = mgh = 29\,307,59 \times 9,8 \times 140 = 111,7 \text{ kWh}$$

Прийнявши до уваги мої розрахунки потужності хвильової електростанції, зроблені в попередній роботі, я можу поррахувати фактичний ККД установки:

$$P = \frac{3 \rho gsh^2}{8 \tau} = 0,75 \text{ кВт}$$

Тобто, теоретично, при наявності хвиль не менше за 0,6м протягом 80% часу, за місяць можливо було би виробити 430кВтч електроенергії. Навіть, відлучивши усього 10% енергії на опріснення води, отримаємо фактичний ККД на рівні 30%.

Під час випробувань я виявив чергові конструктивні недоліки і влітку внесу деякі корективи в компоновку клапанів. Це повинно підняти ККД до рівня 50-60%. І тоді моя установка гарантовано зможе забезпечити життєві потреби невеликого домогосподарства де-небудь на острові або прибережній території!

РОЗДІЛ 4

КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ

Успішно проведені у 2014 році експерименти ще більш наближають мене до здійснення моєї мрії: виготовлення та використання моєї установки де-небудь на острові у океані.

Я вже звертав увагу, що на сайті UNEP розміщено фото невеличкого острівця діаметром менше кілометра. Навколо добре видно загородження у вигляді хвилерізів для захисту берегів від розмивання морем. На виготовлення, доставку і монтаж цих конструкцій були витрачені чималі кошти. Але це, в кращому випадку, вирішує тільки одну проблему і не приносить прибутку.



Kurumba Island, Maldives

http://www.universalimagesonline.com/kurumba/2013-02/General/Kurumba_1_Aerial_with_Male.jpg

Але я пропоную більш цікаве рішення! Одна секція моєї ВЕС діаметром 1,2 м

має довжину 6м. Заміна всього 300м загороджень на 50 таких секцій дозволить мешканцям (і гостям) острова додатково отримати протягом року:

1. 16.500м³ прісної води
2. 250МВтч електроенергії

Завдяки тому, що модулі моєї ВЕС виготовлені з пластика, вони мають тривалий термін експлуатації, не іржавіють і їх не потрібно постійно фарбувати. Вони спочатку мають більш естетичний зовнішній вигляд, що позитивно вплине на розвиток туризму!

Витрати і окупність:

Одна секція ВЕС моєї конструкції коштує \$3.000. Отже, 50 секцій загальною довжиною 300м коштуватиме \$150.000. Близько \$100.000 коштуватиме обладнання для опріснення води і генерації електроенергії. Ще \$50.000 - доставка, інсталяція і здача в експлуатацію. Усього близько \$300.000. Експлуатаційні витрати складуть ще кілька тисяч на рік на обслуговування, заміну фільтрів та очищення пластикових секцій від незначного обростання. Окупність легко підрахувати, зіставивши місцеві тарифи на воду та електроенергію. Як правило, можна вкластися в один, максимум півтора року!

А якщо в акваторії острова переважають хвилі заввишки більше 1м, то є сенс збільшити діаметр ВЕС до 2,5 - 3,0 м. У цьому випадку техніко-економічні показники будуть ще привабливішими для інвесторів, адже при збільшенні розмірів ВЕС в 2 рази її потужність збільшується в 11 разів!

ВИСНОВКИ

По-перше: виготовлена мною хвильова опріснювальна установка успішно працює у реальних умовах завдяки перетворенню енергії хвиль!

По-друге: вона містить багато конкурентних переваг перед відомими у світі рішеннями. До головних з них потрібно віднести наступні три:

Простота конструкції:

- ✓ Низька вартість виготовлення.
- ✓ Можливість виготовлення корпусу із пластиків і композитних матеріалів.
- ✓ Практично повна відсутність обслуговування та обростання мікроорганізмами.
- ✓ Мінімальні витрати на відновлення працездатності в разі стихійного лиха.

Відсутність внутрішніх механізмів і перетворень енергії:

- ✓ Висока надійність роботи в агресивному морському середовищі.
- ✓ Високий ККД, зокрема завдяки безінерційній динамічній схемі.
- ✓ Мінімальні експлуатаційні витрати.
- ✓ Відсутність витоків мастила та інших чинників забруднення середовища.

Модульне компонування:

- ✓ Зручність транспортування в будь-яку точку світу.
- ✓ Простота складання в районі експлуатації.
- ✓ Можливість додавання модулів у будь-який час для збільшення потужності.

Окремо потрібно згадати таку не менш вагому функціональну особливість запропонованої установки, як її здатність істотно зменшувати, нібито «з'їдати» хвилі та запобігати розмиву берегової лінії.

Отримані у 2013 році результати дозволили фахівцям з Київського Політехнічного Інституту зареєструвати роботу у базі перспективних проектів на сайті наукового парку «Київська політехніка» (Додаток №2). Та включити невеличкий звіт про мою розробку до презентації досягнень своєї установи на сесії ООН в вересні 2013 року (Додаток №3).

По результатах досліджень я подав заявку на винахід в Україні та Російської Федерації. (Додаток №1).

Таким чином проведені випробування і попередні розрахунки доводять, що запропонована мною автономна опріснювальна установка завдяки використанню альтернативного джерела енергії може бути ефективно використана на прибережних та острівних територіях для отримання достатніх обсягів прісної води та електроенергії. А завдяки модульній конструкції потужність можна збільшувати до декількох МВт!

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безруков Ю.Ф., *Колебания уровня и волны в Мировом океане*, Таврийский Национальный Университет, 2001.
2. Бронштейн И., Семендяев К. Г. *Довідник з математики*, Наука М 1964
3. Кошляков Н.П. *Рівняння математичної фізики*, ВШ М 1970
4. Фейнман Р., *Фейнмановские лекции по физике, т.3*, (Мир, М 1976)

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ:

5. <http://www.carnegiewave.com/>
6. <http://www.avventuramare.ru>
7. <http://www.norta.net>
8. <http://www.aquamarinepower.com>
9. <http://www.pelamiswave.com>
10. <http://www.oceanpowertechnologies.com>
11. <http://www.unep.org>

ПУБЛІКАЦІЇ:

- | | | | |
|--|------------------|------|-----------|
| Журнал «Водоснабжение и водоотведение» | Украина, г. Ялта | 2013 | № 3 |
| Сборник докладов международного конгресса «ЭТЭВК-2013» | | | |
| «Энергетика и электрификация» научно-производственный журнал Минтопэнерго Украины | Украина, г. Киев | 2013 | № 9 (361) |
| «Вода и водоочистные технологии» научно-практический журнал украинского общества специалистов в области очистки воды | Украина, г. Киев | 2014 | № 2 (72) |

7. ДОДАТКИ

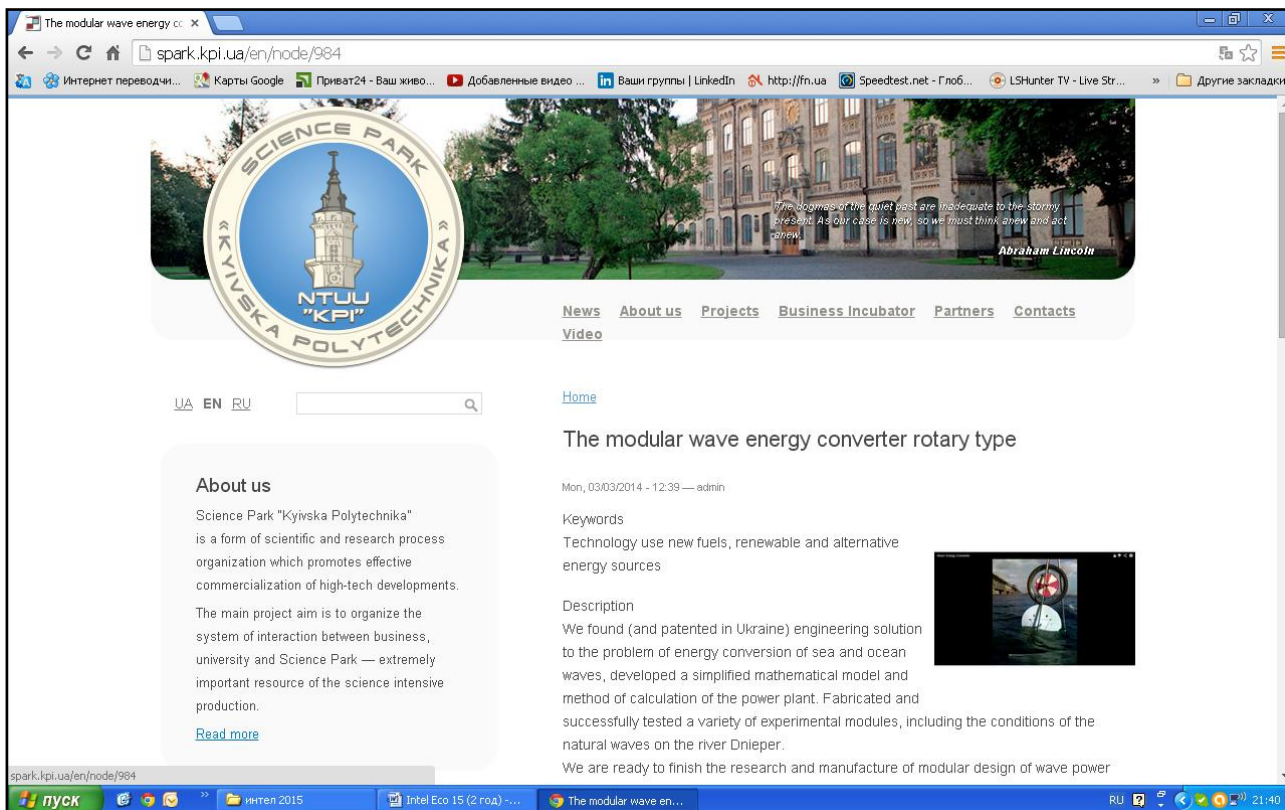
Додаток №1

Патент України на корисну модель та заявка на винахід, Україна та РФ



Додаток №2

Реєстрація у базі перспективних проектів наукового парку «Київська політехніка»



The screenshot shows a web browser window with the URL `spark.kpi.ua/en/node/984`. The page features the Science Park logo and a navigation menu with links for News, About us, Projects, Business Incubator, Partners, and Contacts. The main content area displays the following information:

About us
 Science Park "Kyivska Polytechnika" is a form of scientific and research process organization which promotes effective commercialization of high-tech developments. The main project aim is to organize the system of interaction between business, university and Science Park — extremely important resource of the science intensive production. [Read more](#)

The modular wave energy converter rotary type
 Mon, 03/03/2014 - 12:39 — admin

Keywords
 Technology use new fuels, renewable and alternative energy sources

Description
 We found (and patented in Ukraine) engineering solution to the problem of energy conversion of sea and ocean waves, developed a simplified mathematical model and method of calculation of the power plant. Fabricated and successfully tested a variety of experimental modules, including the conditions of the natural waves on the river Dnieper. We are ready to finish the research and manufacture of modular design of wave power

A small image of a wave energy converter is visible on the right side of the page.

Додаток №3

Презентація винаходу співробітниками КПІ на сесії ООН в вересні 2013 року

The screenshot displays the UN Web TV interface. At the top, the URL is webtv.un.org/topics-issues/global-issues/water/watch/water-and-technology-thematic-presentation/2683155402001. The main header features the UN logo and the text "UN WEB TV The United Nations Live & On-demand". Navigation tabs include "Live Now", "Meetings & Events", "Media", "News & Features", and "Topics & Issues".

The central video player shows a live stream of a presentation. The video title is "Water and Technology - Thematic presentation" and the date is "20 Sep 2013 - Organized by the Permanent Mission of Ukraine as a follow-up of the High-Level Forum on". The video description reads: "20 Sep 2013 - Organized by the Permanent Mission of Ukraine as a follow-up of the High-Level Forum on". The video player includes a "United Nations Webcast: webtv.un.org" watermark and a language selection dropdown set to "English".

On the right side, there is a "RELATED VIDEOS" section with the following entries:

- 25 Sep 2014 01:28:58 Reducing risks from water related disasters: A mus... English
- 19 Nov 2013 01:13:21 Water and Cooperation - Launching of a publication English
- 28 Jan 2014 02:05:22 Water based on the strategy for water in Western M... English
- 2 Dec 2014 01:54:58 Making rights a reality for...

At the bottom, the Windows taskbar shows the date "13 декабря 2014 г." and the time "21:52".