



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 5181

(13) U

(51) 7 F03B13/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ХВИЛЬОВА ЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА

1

(21) 20040706047

(22) 21.07.2004

(24) 15.02.2005

(46) 15.02.2005, Бюл. № 2, 2005 р.

(72) Дроздов Володимир Володимирович

(73) Дроздов Володимир Володимирович

(57) 1. Хвильова енергетична установка, що складається з нерухомої відносно дна основи, виконаної у вигляді трьох вертикальних коаксіальних порожнистих циліндрів, менший з котрих закритий зверху, а нижнім кінцем зістикований з поверхнею, яка закриває більші циліндри знизу та занурена у воду, накриваючої основи зверху, здатної переміщуватись вертикально, при незмінному рівні рідини, що займає положення стійкої рівноваги, під дією сил тиску повітря, недеформованої повітряної оболонки, яка складається з випуклої поверхні та зістикованих з нею трьох вертикальних коаксіальних порожнистих циліндрів таких розмірів, що два більших циліндри основи розташовані усередині простору між більшим та середнім циліндрами оболонки з невеликим зазором між прилягаючими поверхнями, а об'єм повітряної оболонки поділяється на дві частини: внутрішню, розташовану усередині середнього циліндра оболонки, яка приєднана до атмосфери через установлений на повітряній оболонці, виступаючий над водою повітровід та замикаючий його пристрій, обмеженої знизу поверхнею рідини, яка заповнює простір усередині середнього циліндра основи і у котру занурені менший та середній циліндри оболонки, та зовнішню, розташовану між більшим та середнім циліндрами оболонки, обмеженої знизу поверхнями рідини у основі, зовнішнього водного середовища, елементів основи, які розділяють ці рідкі середовища, які можуть, при необхідності, бути приєднані до повітряних ємкостей основи, яка відрізняється тим, що внутрішня частина повітряної оболонки поділена меншим циліндром на дві порожнини: це простір усередині циліндра, на виході із котрого у атмосферу розташована турбіна, та простір між циліндричними поверхнями, котрий вертикальними перебірками поділяється на окремі відсіки, кожний з котрих через повітропровід та замикаючий його клапан з'єднаний з атмосферою, а під поверхнею рідини розташований нерухомий відносно основи екран, котрий перешкоджає перетіканню рідини із-під відсіка при коливаннях оболонки, що

2

під поверхнею рідини розташований накриваючий менший циліндр основи, закритий зверху, здатний переміщуватись вертикально, обважнюваний баластом, частково заповнений повітрям та займаючий положення стійкої рівноваги під дією сил тиску повітря порожнистий циліндр такого розміру, що зазор між прилягаючими поверхнями циліндрів мінімальний, а ємкість з повітрям усередині циліндра з'єднана через повітропровід та замикаючий його клапан з зовнішньою частиною оболонки і, при необхідності, повітря може перекачуватися у цю ємкість; на випуклій поверхні зовнішньої частини повітряної, оболонки герметично закріплені куполоподібні, повітронепроникні, нерозтяжні тканинні оболонки заданого об'єму, масу повітря у котрих можливо змінювати за допомогою насосів

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що простір поміж більшим та середнім циліндрами основи поділений горизонтальною поверхнею на дві частини: верхня частина регульовано заповнюється водою із зовнішнього водного середовища, а у нижній частині розміщені ємкості з повітрям, які відрізняються конструктивно. одні являють собою звичайні резервуари, котрі через запірний пристрій можуть бути приєднані до зовнішньої частини повітряної оболонки, інші складаються з двох суміжних, закритих знизу циліндричних камер, одна із котрих з'єднана з зовнішньою частиною повітряної оболонки, частково заповнена рідиною, у котру занурений закритий зверху, здатний переміщуватись вертикально, у верхній частині заповнений повітрям порожнистий циліндр, рух котрого угору обмежений упором, по периметру якого розміщена пружка прокладки, котра забезпечує герметичність з'єднання, друга камера закрита і зверху, приєднана через отвір у верхній частині бокової поверхні до суміжної камери, а її об'єм поділений на декілька частин герметично закріпленими по периметру на різній висоті бокової поверхні куполоподібними, повітронепроникними, нерозтяжними тканинними оболонками, масу повітря у котрих можливо змінювати за допомогою насоса, інша камера частково заповнена рідиною, у якій плаває здатний переміщуватись вертикально, закритий знизу, обважнюваний баластом порожнистий циліндр, об'єм якого розділений усередині горизонтальною поверхнею на дві частини: нижню, частково заповнену повітрям і з'єднану через

(19) UA (11) 5181 (13) U

працюватиме зі стандартними транспортними протоколами, такими як RTP і HTTP.

При цьому збільшується пропускна спроможність і значно поліпшується підтримка мереж із сітковою структурою.

У цей час група MBOA стандартизує новий протокол MAC-рівня для UWB-передавання. Автори даного винаходу заклали основу цього нового стандарту, і більша частина тексту даної заявки включена в специфікацію цього протоколу. Відповідно до даного винаходу і побудованого на ньому стандарту MBOA всі пристрої періодично передають пакети-маячки 105 задля координації роботи пристроїв, що обмінюються даними. Пакети-маячки 105 забезпечують базову часову узгодженість у мережі і передають інформацію, що стосується ізохронних резервувань. Вибраними групою MBOA конкретними параметрами протоколу є довжина суперкадра 100, що становить 65536 мкс і складається з 256 інтервалів (відомих фахівцям також як «слоти») доступу до середовища передавання даних (відомих фахівцям як «Media Access Slot» — «MAS»), причому довжина кожного MAS становить 256 мкс. MAS мають номери від 0 до 255, і MAS 9 є першим. Визначено декілька типів таких MAS, що відрізняються способом, в який вони використовуються пристроєм або сусідніми пристроями.

Перш ніж зможе бути започатковане передавання, пристрій має створити свою власну групу обміну даними (відому фахівцям як «beacon group») або приєднатися до існуючої групи обміну даними. У кожній фазі 101 передавання пакетів-маячків (відомій також як період пакетів-маячків, або Beacon Period — BP) 8 послідовних MAS виділені для слотів для пакетів-маячків; впродовж них всі пристрої передають свої пакети-маячки 105. Час початку суперкадра 100 визначається початком періоду 101 пакетів-маячків і називається часом початку періоду пакетів-маячків (відомим фахівцям як "beacon period start time" — BPST), і MAS нумеруються відносно цього часу початку. Коли якийсь пристрій створює нову групу обміну даними, він визначає межу суперкадра в будь-якому слоті, що не конфліктує зі слотами, зарезервованими в інших групах обміну даними.

Для кращої підтримки задач, для яких тривалість затримки є критичною, і забезпечення ефективного доступу до середовища передавання даних за умов

камери /20/ повинен бути мінімальним /збільшується сила тертя і "компенсатор" "не реагує" на коливання оболонки, не зміщується при зміні середнього рівня водного середовища/.

На поверхні оболонки "камери 1" герметичне закріплені куполоподібні, повітронепроникні, нерозтяжні тканинні оболонки /"оболонка 3"/ заданого об'єму. /33/.

Під рідиною на бокових поверхнях основи по зовнішньому периметру циліндра /5/ та по внутрішньому периметру циліндра /6/ оболонки розташовані ущільнення /46 та 47/, котрі заважають перетіканню рідини при коливаннях оболонки.

Найближчим аналогом запропонованої установки служить конструкція, приведена у винаході UA №64264 А "Хвильова енергетична установка" /далі "аналог"/.

У обох установках використовується занурена у воду, здібна переміщуватись вертикально, накриваюча зверху нерухому відносно дна основу, при незмінному рівні рідини, займаючи положення стійкої рівноваги, під дією сил тиску повітря оболонка, яка складається з випуклої поверхні та зістикованих з нею вертикальних коаксіальних порожніх циліндрів; об'єм оболонки поділяється зануреним у рідину, яка знаходиться усередині основи, меншим циліндром на дві частини: внутрішню, котра приєднана до атмосфери /"робоча камера"/ та зовнішню, котра стикається з водним середовищем /у ній підтримується високий тиск повітря, "камера 1"/.

В установці використовується механізм формування коливальної системи, запропонований у аналогії. Він полягає у наступному.

Якщо припустити, що тиск повітря у "робочій камері" практично не змінюється /дорівнює атмосферному/ при коливаннях оболонки /відсутні навантаження /турбіна не заважає руху повітря/ та клапани елементів "відсік" відчинені, то реакція оболонки на зовнішні зміни визначається  $P_a/X$  /Х - положення оболонки по відношенню до точки рівноваги /позитивно при відхиленні оболонки угору/;

$P_a/X$  - реальна залежність тиску у "камері 1" від Х;  
 $P_a/X$  - розрахункова залежність тиску у "камері 1" від Х;

$S_1$  - площа січення циліндра /4/ оболонки;

$S_2$  - площа січення циліндра /5/ оболонки;

$S_3$  - площа січення циліндра /6/ оболонки;

Виконання умови, щоб залежність  $P_a/X$ , по можливості, збігалася з  $P_a/X$  досягається наступним чином.

Припустимо, що оболонка зміщується угору /Х позитивно та зростає/, тобто об'єм "камери 1" зростає, а тиск повітря зменшується. Виберемо три точки  $X_1, X_2, X_3$  / $X_1$  менше  $X_2$ ,  $X_2$  менше  $X_3$ / Цим трьом точкам відповідають три значення тиску  $P_a/X_1, P_a/X_2, P_a/X_3$ . На підставі дослідних даних /результати модельних випробувань; це стоїть і значень  $T_1, T_2, T_3$ / знаходимо  $V_1$  - такий об'єм повітря, для якого виконується перехід з стану  $V_1, P_a/X_1, T_1$  у стан  $V_1 + (C_3 - C_2) / (X_2 - X_1), P_a/X_2, T_2$ . Аналогічно знаходимо  $V_2$  /перехід із стану  $V_2, P_a/X_2, T_2$  у стан  $V_2 + (C_3 - C_2) / (X_3 - X_2), P_a/X_3, T_3$ /.

$T_3$ . Щоб з'єднати ці два відрізки, необхідно в  $X_2$  змінити об'єм "камери 1" на

$$\Delta V = V_1 + (C_3 - C_2) / (X_2 - X_1) - V_2 \quad /1/$$

Розділяючи діапазон змін величини Х на необхідну кількість відрізків та коригуючий об'єм "камери 1" у вузлових точках можливо відтворити залежність  $P_a/X$  /у рамках можливості запропонованого способу/.

Розглянемо елемент "ємність 2" /фиг. 2/. Уведемо наступні позначення:

$P_{c1}/X, V_{c1}/X$  - тиск і об'єм усередині елемента "поршень";

$P_{c2}/X, V_{c2}/X$  - об'єм у камері /26/ над поверхнею елемента "оболонка 1";

$P_{c3}/X, V_{c3}/X$  - об'єм у камері /26/-ПОМІЖ поверхнями "оболонка І" та "оболонка 2";

$P_{c4}/X, V_{c4}/X$  - тиск та об'єм під поверхнею "оболонка 2";

Припустимо, що для точки Х виконується умова:  $P_{c1}/X$  менше  $P_{c2}/X$ ,  $P_{c2}/X$  менше  $P_{c3}/X$ ,  $P_{c3}/X$  менше  $P_{c4}/X$ , тобто елемент "поршень" притиснутий до пружкої прокладки /25/, елементи "оболонка 1" та "оболонка 2" знаходяться у напруженому стані; тоді можливо стверджувати, що є три точки, для котрих виконується умова / $X_{01}, X_{02}, X_{03}$ ;  $X_{01}$  більше  $X_{02}$ ,  $X_{02}$  більше  $X_{03}$ / при Х менших  $X_{01}$  елемент "поршень" притиснутий до пружкої прокладки /25/, елемент "ємність 2" "не реагує" на зміни  $P_a/X$ ; при Х рівному  $X_{01}$  до об'єму "камери 1" приєднуються об'єми  $V_{c1}/X_{01}$  та  $V_{c2}/X_{01}$ ; при Х рівному  $X_{02}$  до об'єму "камери 1" приєднується  $V_{c3}/X_{02}$  / $P_{c3}/X_{02}$  рівно  $P_a/X_{02}$ /, "оболонка 1" перестає знаходитися у напруженому стані з  $P_{c3}/X$  змінюється далі аналогічно  $P_a/X$ ; при Х рівному  $X_{03}$  до об'єму "камери 1" приєднується  $V_{c4}/X_{03}$  / $P_{c4}/X_{03}$  дорівнює  $P_a/X_{03}$ /, "оболонка 2" перестає знаходитися у напруженому стані/.

Таким чином, задаючи при проектуванні розміри елементів пристрою "ємність 2" та накачуючи до них необхідну масу повітря, можливо скоригувати об'єм "камери 1" у трьох заданих точках.

Навантаження на тканинну оболонку у напруженому стані пропорційні різниці тисків зовні та усередині тканинної оболонки; у елементі "ємність 2" "оболонка 2" уберігається від перевантаження "оболонкою 1", а "поршень" /більш міцна конструкція/ уберігає "оболонку 1" від змін  $P_a/X$ .

В установці також використовується механізм формування коливальної системи, відмінний від описаного вище; він полягає у застосуванні елементів "відсік" робочої камери

$P_{атм}$  - атмосферний тиск;

$S_{01}$  - площа січення і елемента "відсік";

$P_{01}/X$  - реальна залежність тиску і елемента "відсік" від Х;

$X_{01}$  - значення Х, при котрому відбувається закривання клапана /13/ і елемента "відсік";

$n$  - число елементів "відсік" у робочій камері;

$F_a/X$  - сила, з якою повітря діє на оболонку;

Припустимо, що оболонка зміщується угору, Х зростає. Поки клапан /13/ і елемента "відсік" відкритий,  $P_{01}/X$  дорівнює  $P_{атм}$ , у мить закриття клапана /13/ підтікання повітря через

повітропровід /14/ припиняється,  $P_{вх}/X$  зменшується; коли оболонка рухається униз, відбувається стиснення повітря доти, поки  $P_{вх}/X$  не досягне значення  $P_{атм}$ , клапан /13/ відчиняється, повітря видавлюється через повітропровід /14/ до атмосфери,  $P_{вх}/X$  дорівнює  $P_{атм}$ . Таким чином на певній частці діапазону змін величини  $X/X$  більше нуля/ потрібну залежність  $F_{вх}/X$  /формула 2/ можливо формувати, задаючи значення параметрів елементів "відсік" / $C_3$ ), задаються при проектуванні,  $X_{вх}$  визначають при модельних випробуваннях/.

$$F_{вх}/X = C_1 \cdot P_{атм} + /C_3 - C_2/ \cdot P_{вх}/X + \sum_{i=1}^n P_{вх}/X \cdot C_{вх} \quad /2/$$

У зоні великих значень  $X$  для формування  $F_{вх}/X$  застосовуються елементи "оболонка 3" /33/, аналогічно елементам "оболонка 1".

У залежності від умов експлуатації, глибину занурення оболонки можливо змінювати: для цього потрібно накачати у "ємність 3" певну кількість води /підвищення рівня води без зміни маси повітря у "камері 1" приводить до підняття оболонки та зменшенню  $P_0$ , котрий стає менше тиску води, починається самовільне підтікання води, положення оболонки стає нестійким і якщо не відкачувати повітря, вона спливає/ і коли оболонка почне спливати, провадити відкачування повітря через повітропровід /30/ у "нагромаджувач повітря".

$P_0$ ,  $V_0$  - об'єм повітря у "камері 1" у стані рівноваги;

Для "нагромаджувача повітря" виконується умова:

$$P_H = P_M - V_H \cdot \left( \frac{1}{C_H} - \frac{1}{C_2} \right) \quad /3/$$

$P_M$  - максимальний тиск повітря у нагромаджувачі.

$P_H$  - поточний тиск повітря у нагромаджувачі;

$V_H$  - перекочений об'єм повітря у нагромаджувач;

$C_H$  - площа січення циліндра /18/ нагромаджувача;

Співвідношення /3/ дозволяє розрахувати значення  $C_H$ ; задається діапазон змін глибини занурення оболонки; максимальній глибині занурення відповідає найбільша маса повітря у "камері 1" та максимальний  $P_0$  /у формулі /3/  $P_M$  рівно цьому значенню/; при переході оболонки у нове рівноважне положення, відповідаюче мінімальній глибині занурення / $P_0$  має найменше значення  $P_H$ /, з "камери 1" видаляється маса повітря, займаючи при  $P_H$  та температурі навколишнього середовища об'єм  $V_H$ ; якщо у формулі /3/ підставити значення  $P_M$ ,  $P_H$  /рівно  $P_H$ /,  $V_H$  /рівно  $V_H$ /, то можна розрахувати  $C_H$ .

Підвищення рівня рідини /7/ під робочою камерою, яке відбувається при заповненні "нагромаджувача" повітрям, приводить до зменшення об'єму робочої камери /воно частково компенсується підняттям оболонки/, но ці зміни не погіршують характеристик: менша глибина занурення оболонки застосовується при невеликому хвилюванні і тому менших амплітудах коливання оболонки.

При спливанні оболонки потрібно зважати, що зменшення  $P_0$  приводить до збільшення рівня води у "ємності 3" і щоб він не перевищив допустимих значень, потрібно компенсувати зменшення

тиску води на оболонку /наприклад, установити на неї баласт/.

У випадку великого шторму оболонку можна, подібно аналогу, опустити на основу та закріпити. Для цього потрібно викачати з "ємності 3" певну кількість води та приєднати до "камери 1" всі резервуари "ємність 1"; в міру того як вода буде самовільно витікати з "ємності 3" через отвір /38/, оболонка опуститься на основу; після опускання оболонки отвір /38/ та запірний пристрій /9/ закрити, резервуари "ємність 1" від'єднати від "камери 1" та перекачати із неї частину повітря /при штормі можливий прорив повітря з "камери 1" у навколишнє середовище/ у "ємності 1" та елементи "поршень" /закриваємо елементи "ємність 2"/ Для підняття оболонки на робочу глибину потрібно відкрити запірний пристрій /9/, накачати у "ємність 3" потрібну кількість води, вирівняти тиски повітря у резервуарах "ємність 1" та "камері 1", привести у робочий стан "елементи "ємність 2".

При зміні середнього рівня водної поверхні положення оболонки корегується таким чином, щоб задана глибина занурення та  $V_0$  не змінювались. Це досягається зміною рівня води у "ємності 3" /в режимі самовільного натікання води /описано вище, стор. 6/ потрібно узгодити швидкість натікання води у "ємність 3" з швидкістю зміни середнього рівня водної поверхні/ та зміною об'єму повітря усередині циліндра /21/.

Якщо циліндр /21/ знаходиться у рівновазі, то виконується умова

$$P_0 \cdot C_c + K_c + H_b \cdot C_c \cdot \rho \cdot g = P_c \cdot C_c \quad /4/$$

$C_c$  - площа січення циліндра /21/ "компенсатора";

$P_c$  - тиск повітря усередині циліндра /21/;

$H_b$  - висота шару води у резервуарі /34/ "компенсатора";

$K_c$  - "результуюча" двох сил: ваги "компенсатора" та діючої на його з боку рідини виштовхуючої сили;

$\rho$  - густина води;

$g$  - прискорення сили ваги;

Із формули /4/ випливає, що при незмінному  $P_0$  "компенсатор" зміщується так, щоб  $P_c$  також не змінювалось. Коли площа січення камери /42/ дорівнює площі січення непокритих водою елементів основи усередині "камери 1", то у циліндр /21/ "компенсатора" із камери /42/ видавлюється /при зростанні рівня зовнішньої водної поверхні/ об'єм повітря, котрий компенсує зміни  $V_0$ , спричинені зміщенням оболонки.

При зміні  $P_0$  /змінюється глибина занурення оболонки/ потрібно відповідно змінити  $H_b$  та  $P_c$  /перекачати рідину у резервуар /34//.

Подано числові оцінки. Припустимо, що при відхиленні оболонки від положення рівноваги виконується умова

$$F_1 = K \cdot X \quad /5/$$

$K$  - заданий коефіцієнт;

$F_1$  - сила, яка повертає оболонку у стан рівноваги;

Із співвідношення /5/ можливо зробити висновок

$$\omega^2 = \frac{K}{M_1 + M_2 + M_3} \quad /6/$$

$\omega$  - власна частота коливальної системи;

$M_1$  - маса оболонки;  
 $M_2$  - маса води над оболонкою;  
 $M_{o2}$  - маса води над оболонкою у стані рівноваги;  
 $M_3$  - приєднана маса;  
 Величина  $M_2$  залежить від  $X$

$$M_2 = M_{o2} - X \cdot C_3 \cdot \rho \quad /7/$$

Щоб  $\omega$  не залежала від  $X$ , скоригуємо величину  $K$

$$K = K_0 \cdot \left| 1 - \frac{C_3 \cdot X \cdot \rho}{M_1 + M_{o2} + M_3} \right| \quad /8/$$

$K_0$  - значення коефіцієнта  $K$  з формули /5/ поблизу точки рівноваги,

$F_1$  є "результуюча" таких сил: атмосферний тиск, вага води над оболонкою, вага оболонки та протилежно направлена, сила тиску повітря усередині оболонки.

$$F_a/X = F_{oa} - X \cdot C_3 \cdot \rho \cdot g + K \quad /9/$$

$F_{oa}$  - значення  $F_a/X$  у стані рівноваги;

Із співвідношень /2/ та /9/ для випадку, коли у робочій камері тиск повітря дорівнює  $P_{атм}$  маємо

$$P_a/X = P_0 - \frac{X}{C_3 - C_2} \cdot C_3 \cdot \rho \cdot g + K \quad /10/$$

Припустимо, що процес стиснення-розширення повітря під оболонкою у результаті відхилення оболонки можливо вважати адиабатичним, тобто вважаємо

$$P V^{1.4} = \text{const} \quad /11/$$

У випадку, коли для одержання потрібної залежності  $F_a/X$  застосовуються елементи "ємність 2" / $X$  негативно, застосовується співвідношення /10//маємо

$$V_1^{1.4} \cdot P_a / X_1 = (V_1 - C_3 - C_2) / (X_1 - X_{i-1})^{1.4} \cdot P_a / X_{i+1} \quad /12/$$

$i$  - номер точки /зверху униз/;

$P_a/X_i$  - значення функції /10/ у точці  $X_i$  при відповідному  $K$ ;

$V_i$  - об'єм "камери 1" в точці  $X_i$  після приєднання  $\Delta V_i$ ;

$\Delta V_i$  - об'єм, котрий приєднується у точці  $X_i$  до об'єму "камери 1" з допомогою елемента "ємність 2";

$$\Delta V_i = V_i - V_{i-1} = (C_3 - C_2) / (X_i - X_{i-1}) \quad /13/$$

Значення  $V_0$  знаходимо із рівняння

$$V_0^{1.4} \cdot P_0 = (V_0 + C_3 - C_2) / X_1^{1.4} \cdot P_a / X_1 \quad /14/$$

$$P_0 = \frac{(M_1 + M_{o2}) \cdot g}{C_3 - C_2} + P_{атм} \quad /15/$$

Коли  $C_2 = 100 \text{ м}^2$ ,  $C_3 = 180 \text{ м}^2$ , верх оболонки має форму кульового сегмента / $H = 3 \text{ м}$ ,  $R = 11,05 \text{ м}$ ,  $H_a = 2,5 \text{ м}$  /відстань від поверхні води до верхньої

точки оболонки/,  $\rho = 1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; тоді  $M_{o2} = 727 \cdot 10^3 \text{ кг}$ ,  $M_3 = 400 \cdot 10^3 \text{ кг}$  /для півсфери  $R = 7,57 \text{ м}$  приєднана маса дорівнює  $468 \cdot 10^3 \text{ кг}$  /1, стор. 14/, но частина цієї маси ураховується у  $M_{o2}$  / $M_1 = 273 \cdot 10^3 \text{ кг}$  /приблизний підрахунок/ і сума дорівнює  $1,4 \cdot 10^6 \text{ кг}$ ,  $P_0 = 2,25 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ .

Для  $X_1 = -0,6 \text{ м}$ ,  $X_2 = -1,2 \text{ м}$ ,  
 $K_0 = 1,8169 \cdot 10^6 / 0,9085 \cdot 10^6 \text{ кг/сек}^2$ , із співвідношень /8/ та /10/ маємо  
 $P_a / -0,6 = 2,533 \cdot 10^5 / 2,460 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ ,  
 $P_a / -1,2 = 2,838 \cdot 10^5 / 2,680 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ . Із співвідношень /14/ та /13/ маємо  $V_0 = 591,6 / 777,5 \text{ м}^3$ ,  
 $\Delta V_i = 71,8 / 79,2 \text{ м}^3$ .

Розрахунки показують, що для роботи установок потрібні корегувальні елементи значно менших розмірів, ніж розміри подібних елементів у аналога.

Переваги, характеризуючи аналог, властиві і установці:

1. Практично занурена у воду /зменшено вплив вітру та хвиль/.
2. Є точковим перетворювачем енергії /не залежить від напрямку хвилі/.
3. Традиційне перетворення енергії /повітряна турбіна/.
4. Відносно просто та зручно виготовити /конструкцію можна виготовити із традиційних матеріалів/ сталь, бетон/ на верфі та відбуксирувати на місце експлуатації/.
5. Відносно просто консервувати /у випадку великого шторму оболонку можна опустити на основу та закріпити/.
6. Є концентратором енергії /хвиля діє на усю площу / $C_3$ / оболонки, а стиснення "робочого газу" відбувається у частині / $C_1$ /, тому "відклик" на зовнішню зміну тиску у  $C_3/C_1$  більший/.

Установка відрізняється від "аналога" тим, що перетворення енергії здійснюється за допомогою турбіни /10/, установлені на рухливій оболонці /у "аналога" турбіна установлена у розташованій під водою нерухомій камері/; це погіршує характеристики коливальної системи: оболонка стає більш важкою /вага турбіни, генератора та допоміжних пристроїв/; турбіна зазнає додаткові вібрації; діаметр труби /8/ на порядок більше, ніж у "аналога" /у "аналога" ця труба застосовується при коригуванні параметрів, а в установці через неї постійно перекачуються великі об'єми повітря/; але переваги: установка працює автономно /у "аналога" конструктивно закладено застосування великої кількості пристроїв, з'єднаних поміж собою повітропроводом/; дешевше та простіше виготовити /не потрібні підводні повітропроводи/; простіше експлуатування обладнання /оболонка може спливати на водну поверхню/; установка є ефективним перетворювачем хвильової енергії, роблять її привабливою для реального використання.

На фіг. 1 показана уся енергетична установка, подовжній розріз;

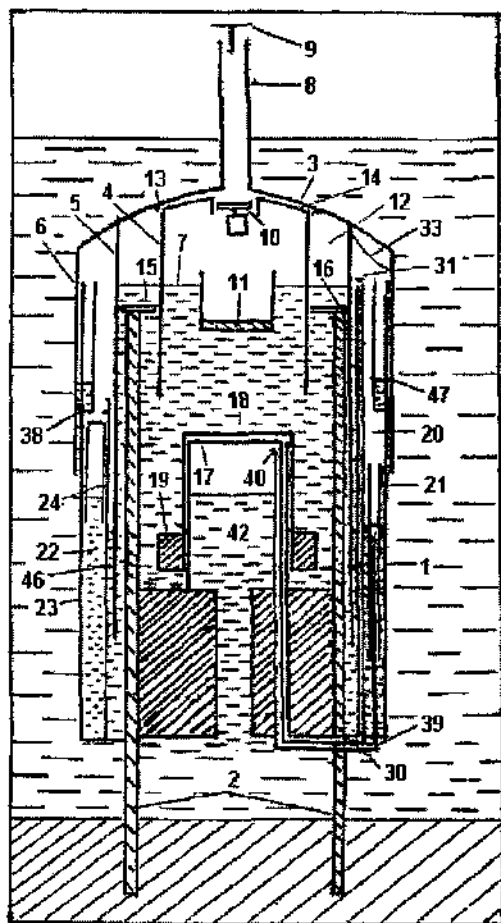
На фіг. 2 показан елемент "ємність 2", подовжній розріз;

На фіг. 3 показан елемент "компенсатор", подовжній розріз

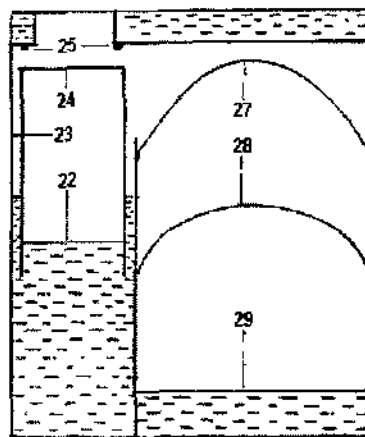
Хвильова енергетична установка працює таким чином: при коливаннях повітряної оболонки /оболонка уперед занурена на потрібну глибину та налагоджена на таку власну частоту коливань, при котрій її рух буде оптимальний для даного хвилювання/ відбувається стиснення /розширення/ повітря усередині циліндра /4/ оболонки і при його

видавлюванні через турбіну у атмосферу здійснюється перетворення енергії.  
Література.

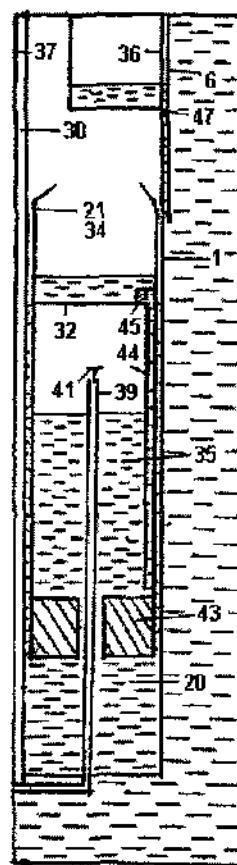
1. Мак-Кормик М. Преобразование энергии морских волн. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1985. - С. 137. ил



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3