Міністерство освіти і науки України
Головне управління освіти і науки Дніпропетровської облдержадміністрації
Дніпропетровське територіальне відділення МАН України

Відділення: Технічні науки

Секція: Екологічно безпечні технології та ресурсозбереження

# АТМОСФЕРНИЙ ОПРІСНЮВАЧ

Роботу виконав:
Кузнецов Данило Олександрович,
учень 10-А класу вечірньої загально-освітньої школи № 8

Науковий керівник:
Лягушин Сергій Федорович,
доцент Дніпропетровського національного університету,
кандидат фізико-математичних наук

Дніпропетровськ – 2015

# АТМОСФЕРНИЙ ОПРІСНЮВАЧ

Кузнецов Данило Олександрович
Дніпропетровське територіальне відділення МАН України
10-А клас, м.Дніпропетровськ

Актуальність цієї роботи визначається необхідністю пошуку шляхів опріснення води з мінімальними енерговитратами. Мета роботи - розробка способу опріснення води з використанням енергії атмосфери. Спосіб може бути використаний для виробництва прісної води з морських або мінералізованих вод.

Автором був зібраний і систематизований матеріал по відомим методам опріснення і моделям опріснювачів, розглянуті їхні переваги й недоліки, запропонована конструкція опріснювача, що дозволяє використовувати дарову енергію атмосфери, доступну повсюдно.

Висновки та отримані результати проведеної роботи.

1. Енергію атмосфери можна використовувати для опріснення води в місцях, бідних джерелами енергії.
2. Розроблена конструкція екологічно безпечного опріснювача, що використовує енергію атмосфери.
3. Виконані розрахунки ефективності опріснювача, зроблена кількісна оцінка продуктивності пристрою.
4. Запропоновані модифікації опріснювача різного цільового призначення.

**Зміст**

Вступ .....4
Розділ 1. Методи опріснення води .....5
Розділ 2. Атмосферний опріснювач (принцип роботи і конструкція)….....12
Висновки.....19
Список використаної літератури….....20
Додадок ……..21

# В С Т У П

Актуальність цієї роботи визначається необхідністю пошуку шляхів опріснення води з мінімальними енерговитратами. Метою роботи була розробка способу опріснення води з використанням енергії атмосфери, який може бути використаний для виробництва прісної води з морських або мінералізованих вод за відсутності поблизу джерел енергії.

Був зібраний і систематизований матеріал по відомим методам опріснення і моделям опріснювачів, розглянуті їхні переваги й недоліки, запропонована конструкція екологічно безпечного опріснювача, що дозволяє використовувати дарову енергію атмосфери, доступну повсюдно для опріснення води в місцях, бідних джерелами енергії. Були виконані розрахунки ефективності опріснювача, зроблена кількісна оцінка продуктивності пристрою, та запропоновані модифікації опріснювача різного цільового призначення. По матеріалах роботи отриманий патент на корисну модель за № 93035 (Атмосферний опріснювач).

# Розділ 1. МЕТОДИ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ

Існують різні методи опріснення води, найбільш поширені з них: хімічна обробка, випарювання, заморожування, метод пониження тиску. Розглянемо їх детальніше.

## Метод випарювання

Найпростішим методом опріснення води є випарювання. Принцип роботи такого опріснювача гранично простий. Розглянемо його за наведеною на рис.1 схемою:

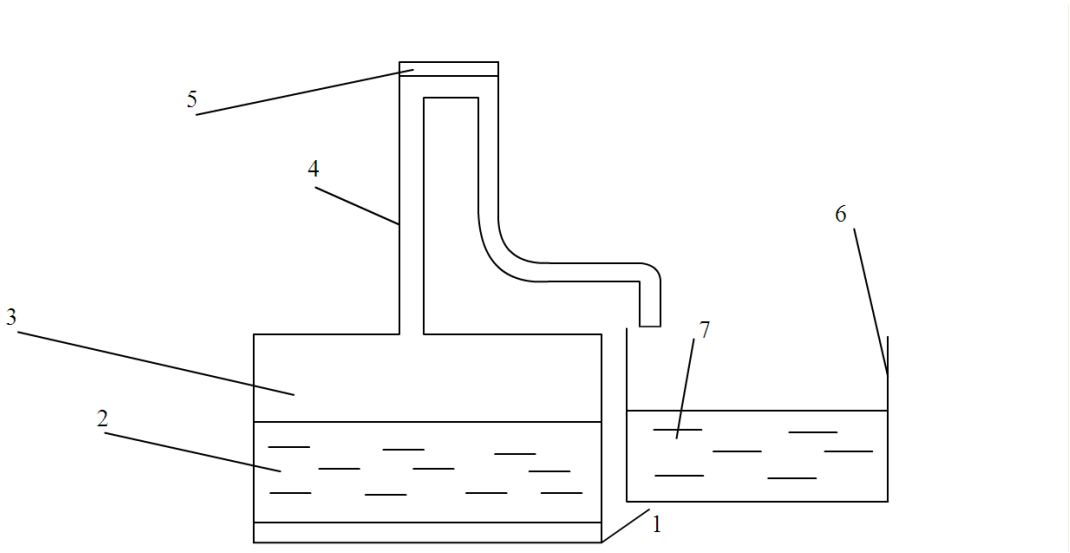


Рис.1. Випарний опріснювач.

1 - нагрівач, 2 - мінералізована вода, 3 - посудина для солоної води,

4 - паропровід, 5 - холодильник, 6 - ємкість для знесоленої води,

7 - обезсолена вода.

Мінералізована вода нагрівається до температури кипіння, після цього пар відправляється в конденсатор, де і перетворюється в прісну воду.

Недоліками цього методу є:

1. Великі витрати енергії.

2. Невеликий коефіцієнт корисної дії.

3. Необхідність теплоізоляції.

4. Необхідність прокладки комунікацій для доставки енергоносіїв.

5. Необхідність поповнення запасів палива, що є джерелом енергії для нагрівача.

6. Необхідність обслуговуючого персоналу.

**Метод заморожування**

Метод заморожування води полягає в її охолодженні до початку кристалізації, утворення воді деякого об'єму знесоленого льоду і розділення отриманого льоду та розсолу (рис.2).

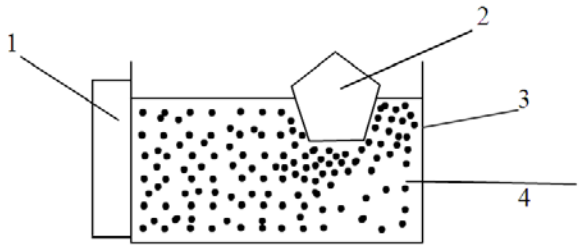


Рис.2. Заморожуючий опріснювач.

1 - холодильник, 2 - прісний лід, 3 - ємкість для мінералізованої води, 4 - мінералізована вода.

Цей метод має такі недоліки:

1. Потрібні великі витрати енергії.

2. Невеликий коефіцієнт корисної дії.

3. Необхідність прокладки комунікацій для доставки енергоносіїв.

4. Необхідність сильної теплоізоляції.

5. Необхідний кваліфікований обслуговуючий персонал.

**Метод хімічного очищення**

Метод хімічного опріснення води здійснюється додаванням у воду хімічних речовин, що виводять солі в осад (рис.3).

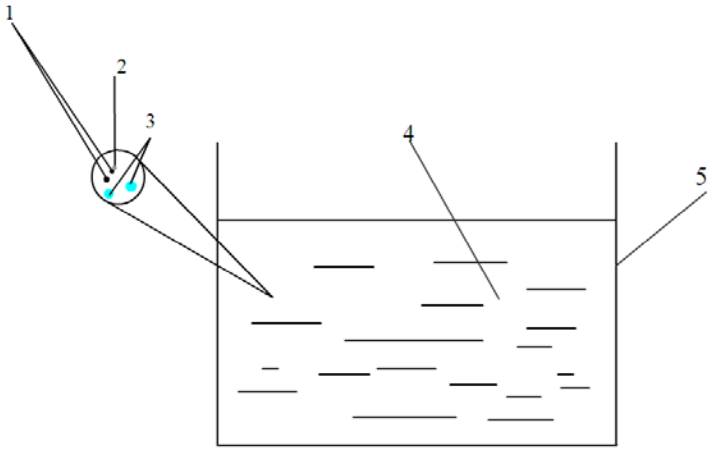


Рис.3. Хімічний опріснювач.

1 - молекули солі, 2 - молекули хімічної опріснювача, 3 - молекули води, 4 - мінералізована вода, 5 - ємкість для мінералізованої води.

До недоліків цього методу можна віднести:

1. Необхідність доставки хімікатів.

2. Складність дозування хімікатів, обумовлена непостійністю ступенем мінералізації оброблюваної води.

3. Можлива шкода для здоров'я споживача води при неточному дозуванні хімікатів, що вводяться.

4. Кількість отриманої прісної води обмежена наявним запасом хімікатів.

**Метод зниження тиску над поверхнею води**

Метод опріснення за допомогою зниження тиску повітря полягає в наступному. Тиск повітря над дзеркалом води знижується, вода інтенсивно випаро-

вується, пара потрапляє через паропровід до конденсатору, де знову перетворюється на воду, але вже прісну (рис.4).

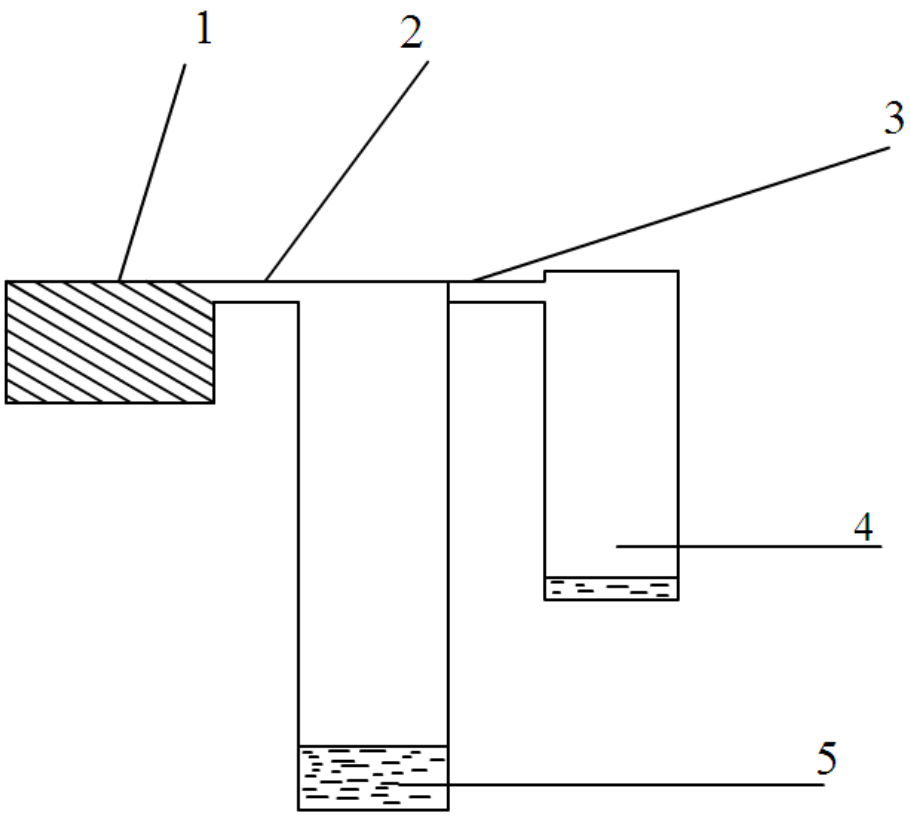


Рис.4. Вакуумний опріснювач.

1 - вакуумний насос, 2 - повітропровід, 3 - паропровід, 4 - знесолена вода, 5 - місткість для солоної води.

Цей метод має такі недоліки:

1. Велика складність виготовлення пристроїв, що використовують змінний тиск.
2. Необхідність великої міцності конструкції опріснювача.
3. Необхідність повітряної ізоляції робочої зони опріснювача.
4. Потрібні постійні енерговитрати.
5. Необхідний кваліфікований обслуговуючий персонал.
6. Висока вартість отриманого продукту.

**Метод фільтрового очищення**

Метод опріснення за допомогою фільтрів полягає в пропущенні потоку води через очисні фільтри з однієї ємності в іншу (рис.5).

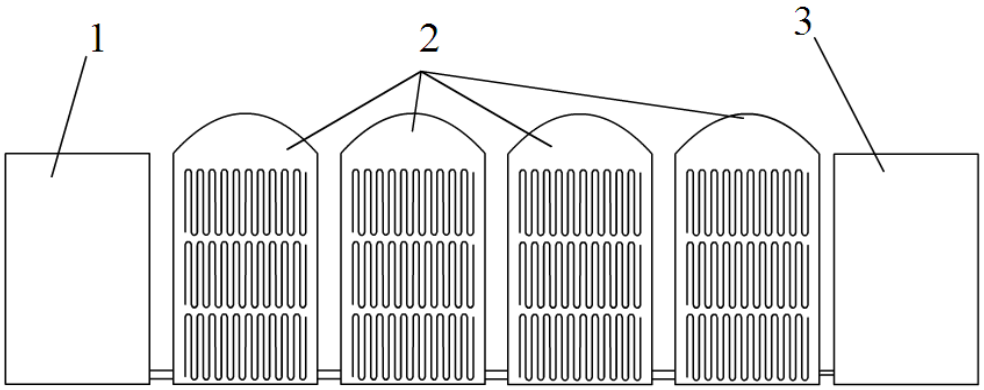


Рис.5. Схема очищення води за допомогою фільтрів.
1 - ємкість для солоної води, 2 - набір фільтрів, 3 - ємкість для прісної води.

Недоліки методу:

1.Швидке забруднення фільтрів при високій солоності води.

2.Один тип фільтра не забезпечує очищення від різних типів забруднень.

3. Необхідний обслуговуючий персонал.

4. Потрібно регулярне очищення або заміна фільтрів.

Переваги і недоліки відомих методів опріснення узагальнені у приведеної нижче таблиці.

**Таблиця 1. Порівняльні характеристики методів очищення води**

| **Метод опріснення** | **Недоліки** | **Переваги** |
|---|---|---|
| **Випарювання** | 1. Великі витрати енергії. | 1. Простота реалізації. |

| | | |
|---|---|---|
| **води** | 2. Малий ККД.<br>3.Необходіма теплоізоляція.<br>4. Необхідність прокладки комунікацій для доставки енергоносіїв.<br>5. Необхідність поповнення запасів палива, що є джерелом енергії для нагрівача.<br>6. Необхідність наявності обслуговуючого персоналу. | 2. Метод хороший при використанні в жарких місцях планети.<br>3. Одночасно з опрісненням відбувається дезінфекція води.<br>4. Метод байдужий до складу солей в опріснюваній мінералізовані воді. |
| **Метод заморожування води** | 1. Потрібні великі витрати енергії.<br>2. Низький ККД.<br>3. Необхідність прокладки комунікацій для доставки енергоносіїв.<br>4. Необхідність сильної теплоізоляції.<br>5. Необхідний кваліфікований обслуговуючий персонал. | 1.Метод хороший при використанні в холодних місцях планети.<br>2. Порівняльна простота реалізації.<br>3.Не порушується структура води. |
| **Метод хімічного опріснення води** | 1.Необхідність доставки хімікатів.<br>2. Складність дозування хімікатів обумовлена непостійністю ступенем мінералізації оброблюваної води.<br>3. Можлива шкода для здоров'я споживача води при неточною дозуванні вводяться хімікатів.<br>4. Кількість отриманої прісної води обмежена наявними запасом хімікатів. | 1.Зручний у подорожах.<br>2. Порівняльна простота реалізації.<br>3. Не потрібні спеціальні ємності. |

| | | |
|---|---|---|
| **Метод зниження тиску** | 1. Велика складність виготовлення пристроїв використовують змінний тиск.<br>2. Необхідність великої міцності конструкції опріснювача.<br>3. Необхідність повітряної ізоляції робочої зони опріснювача.<br>4. Потрібні постійні енерговитрати.<br>5. Необхідний кваліфікований обслуговуючий персонал.<br>6. Висока вартість отриманого продукту. | 1.Метод зручний при використанні в космосі.<br>2. Метод байдужий до складу солей в опріснити-емой мінералізованою воді<br>3. Одночасно з опрісненням відбувається дезінфекція води. |
| **Метод очищення за допомогою фільтрів** | 1.Бистрое забруднення фільтрів при високій солоності води.<br>2.Один тип фільтра не забезпечує очищення від різних типів забруднень.<br>3. Необхідний обслуговуючий персонал.<br>4. Потрібно регулярне очищення фільтрів. | 1.Простота реалізації у польових умовах.<br>2. Не потрібні зовнішні джерела енергії.<br>3. Можливість створення портативного фільтруючого пристрою. |

## Розділ 2. Атмосферний опріснювач (принцип роботи та конструкція)

Ефективному використанню традиційних засобів опріснення води заважають кілька технічних протиріч:

1. Для опріснення води необхідні великі затрати енергії.
2. Джерела концентрованої енергії потрібно доставляти до опріснювача.
3. Очищення води супроводжується забрудненням навколишнього середовища.

Для їх подолання були використані кілька прийомів усунення технічних протиріч і фізичних ефектів (табл. 2, табл.3).

**Таблиця 2. Використані прийоми усунення технічних протиріч.**

| **Використані прийоми усунення технічних протиріч** | **Отриманий результат** |
|---|---|
| Принцип самообслуговування. | Установка може працювати без подачі енергії. |
| Принцип універсальності. | Пристрій може очищати забруднену воду будь-якого походження. |
| Принцип безперервності корисної дії. | Використані фізичні ефекти дозволяють підтримувати безперервну роботу. |
| Заміна механічної схеми. | Повна відсутність рухомих частин. |
| Використання гнучких оболонок і тонких плівок. | В якості труби може використовуватися пластиковий рукав. |
| Принцип зміни забарвлення. | Для посилення тяги вертикальна труба може фарбуватися в чорний колір. |

**Таблиця 3. Фізичні ефекти, використані для усунення технічних протиріч.**

| **Використані фізичні ефекти** | **Отриманий результат** |
|---|---|
| Фазові переходи першого роду | Випаровування і конденсація води. |
| Природна тяга | Підйом вологого повітря. |

| | |
|---|---|
| Конденсація | Отримання прісної води з вологого повітря. |
| Сила тяжіння | Стікання конденсату в резервуар. |
| Нагрівання | Збільшення інтенсивності природної тяги. |
| Відбивання | Зменшення впливу сонячного випромінювання. |

Робота атмосферного опріснювача заснована на використанні природної тяги, що виникає у високих трубах (рис.6).

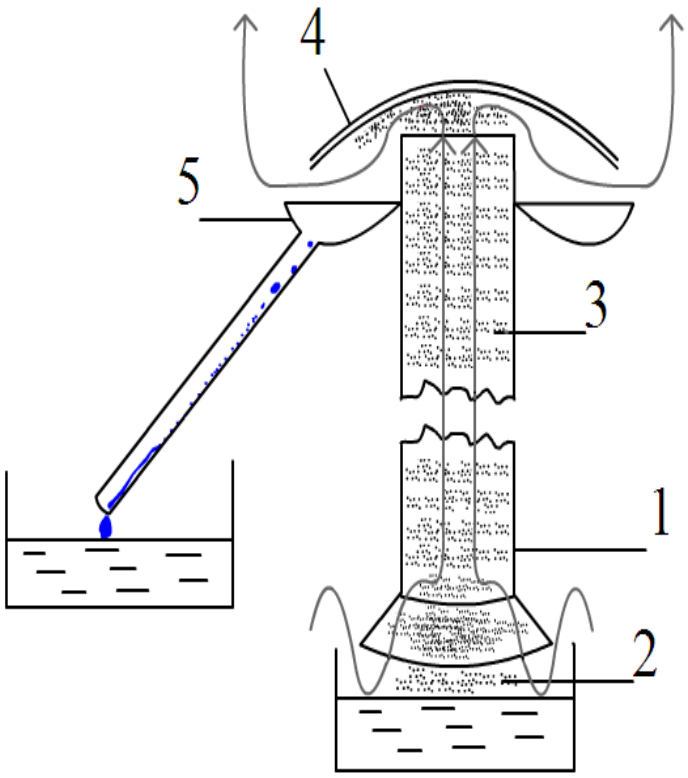


Рис.6. Схема роботи атмосферного опріснювача.

Над поверхнею мінералізованої води встановлюється вертикальна труба (1), висота якої забезпечує виникнення природної тяги. Біля дзеркала води по-

близу поверхні завжди присутня водяна пара (2). Під впливом виникшої тяги водяні пари разом з потоком повітря потрапляють у трубу і піднімаються вгору (3). Стикаючись з холодним куполом (4) над трубою, вони конденсуються і перетворюються на прісну воду. Отримана вода стікає в жолоб (5) і потрапляє по ньому в ємність для знесоленої води.

Був виконаний приблизний розрахунок продуктивності такого опріснювача. Потік повітря при природній тязі у вертикальній трубі визначається за формулою:

$$P_o = CS\sqrt{2gh\frac{Tâ - Tí}{Tâ}} \qquad (1)$$

Де:

$P_o$- потік повітря ($м^3/с$),
C - запроваджуваний через тертя коефіцієнт,
S - площа перерізу труби ($м^2$),
g - прискорення вільного падіння ($м/с^2$),
h - висота труби (м),
$T_в$ - середня внутрішня температура (К),
$T_н$ - абсолютна зовнішня температура (К).

Для оцінки продуктивності опріснювача були обрані наступні значення використовуваних в розрахунках параметрів:

C = 0.7;
S = 3 $м^2$ (т.е., радіус труби близько одного метра);
g = 9.8 $м/с^2$;
h = 20 м;
$T_в$ = 300 (К);

$T_н = 290$ (К);

При цих параметрах потік повітря, що проходить через трубу, становить $5*10^4 м^3$ / год.

Вважаючи, що відносна вологість повітря біля поверхні води становить 90%, а на виході з опріснювача 70%, можна оцінити кількість води, що виділяється з об'єму V повітря як:

$$\Delta m = V(\varphi_1 \rho_{o1} - \varphi_2 \rho_{o2}), \quad (2)$$

Де:

$\Delta m$ – кількість води, що отримується з 1 кубометра повітря за 1 секунду,
$\varphi_1$ – відносна вологість повітря на вході в опріснювач,
$\varphi_2$ – відносна вологість повітря на виході з опріснювача,
$\rho_{o1}$ – щільність насиченої водяної пари на вході в опріснювач,
$\rho_{o2}$ – щільність насиченої водяної пари на виході з опріснювача.

Продуктивність атмосферного опріснювача можна оцінити як:

$$M = \Delta m P_o t \quad (3)$$

Де:

M – маса води, отриманої за проміжок часу t,
$\Delta m$ – кількість води, що отримується з 1 кубометра повітря за 1 секунду,
$P_o$ - потік повітря ($м^3/с$),
t – час ефективної роботи опріснювача.

Цей опріснювач можна модифікувати для роботи в різних умовах. Нижче наведені деякі можливі варіанти реалізації атмосферного опріснювача.

**Похідний опріснювач** (рис.7). Основою конструкції опріснювача являється розсувний стрижень, який підтримує два металевих кільця, між якими

натягнута пластикова плівка, що виконує функції повітропровіду. При висоті опріснювача в 5м і радіусі повітропровіду 0,5м його розрахункова продуктивність складає приблизно 160 літрів прісної води за десять годин ефективної роботи опріснювача.

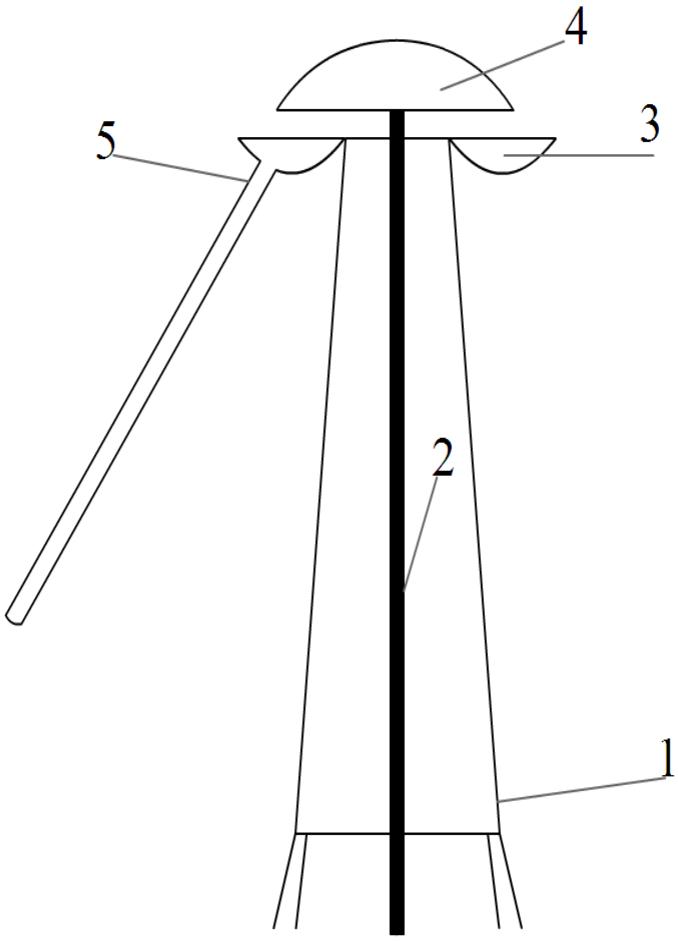


Рис.7. Похідний опріснювач.

1 - пластикова плівка, 2 - стрижень, 3 - жолоб,

4 - конденсуючий ковпак, 5 - водостік.

**Дачний опріснювач** (рис.8). Основою конструкції опріснювача є розсувний повітропровід, біля основи якого є кілька отворів, через які в повітропровід потрапляє повітря. При висоті опріснювача в 20м і радіусі повітропровіду 1м

його розрахункова продуктивність складає приблизно 1330 літрів прісної води за десять годин ефективної роботи опріснювача.

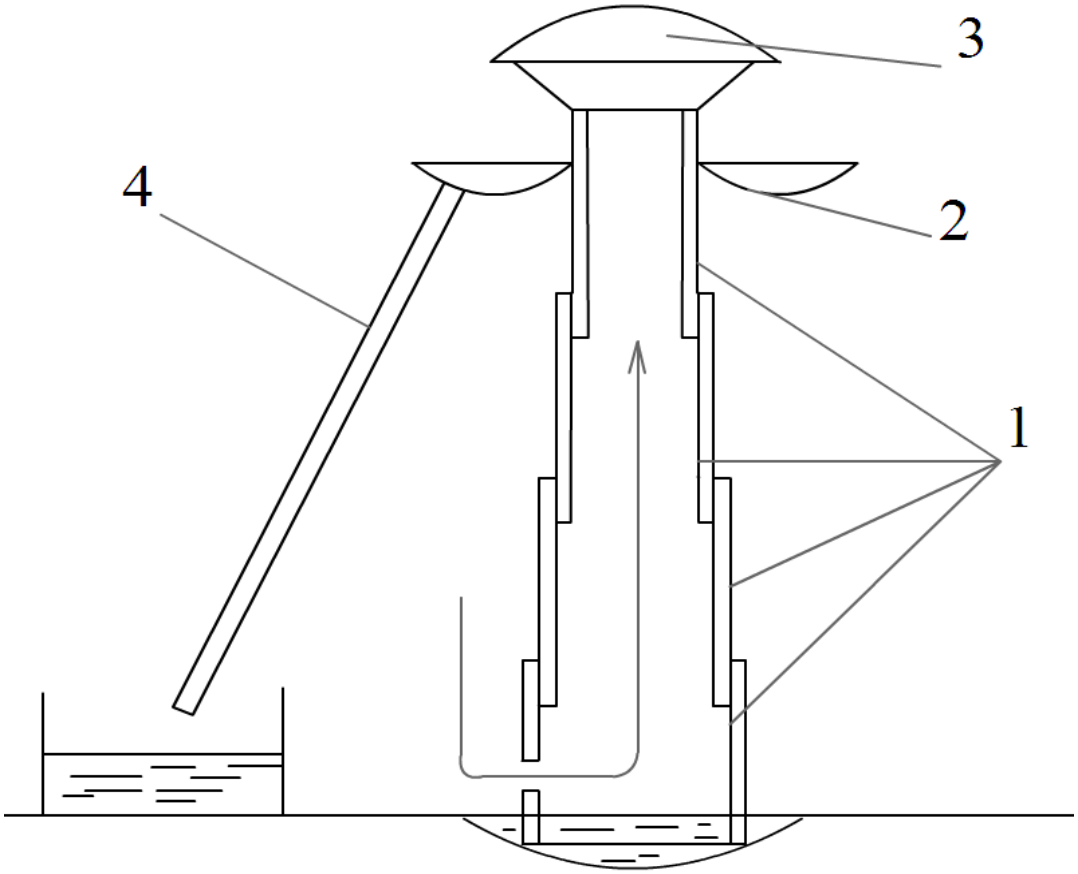


Рис.8. Дачний опріснювач.

1 - розсувні секції, 2 - жолоб, 3 - конденсуючий ковпак, 4 - водостік.

**Селищний опріснювач** (рис.9). Основою конструкції опріснювача є жорсткий повітропровід, біля основи якого є розтруб, через який у повітропровід потрапляє повітря, і кілька підтримуючих опор.

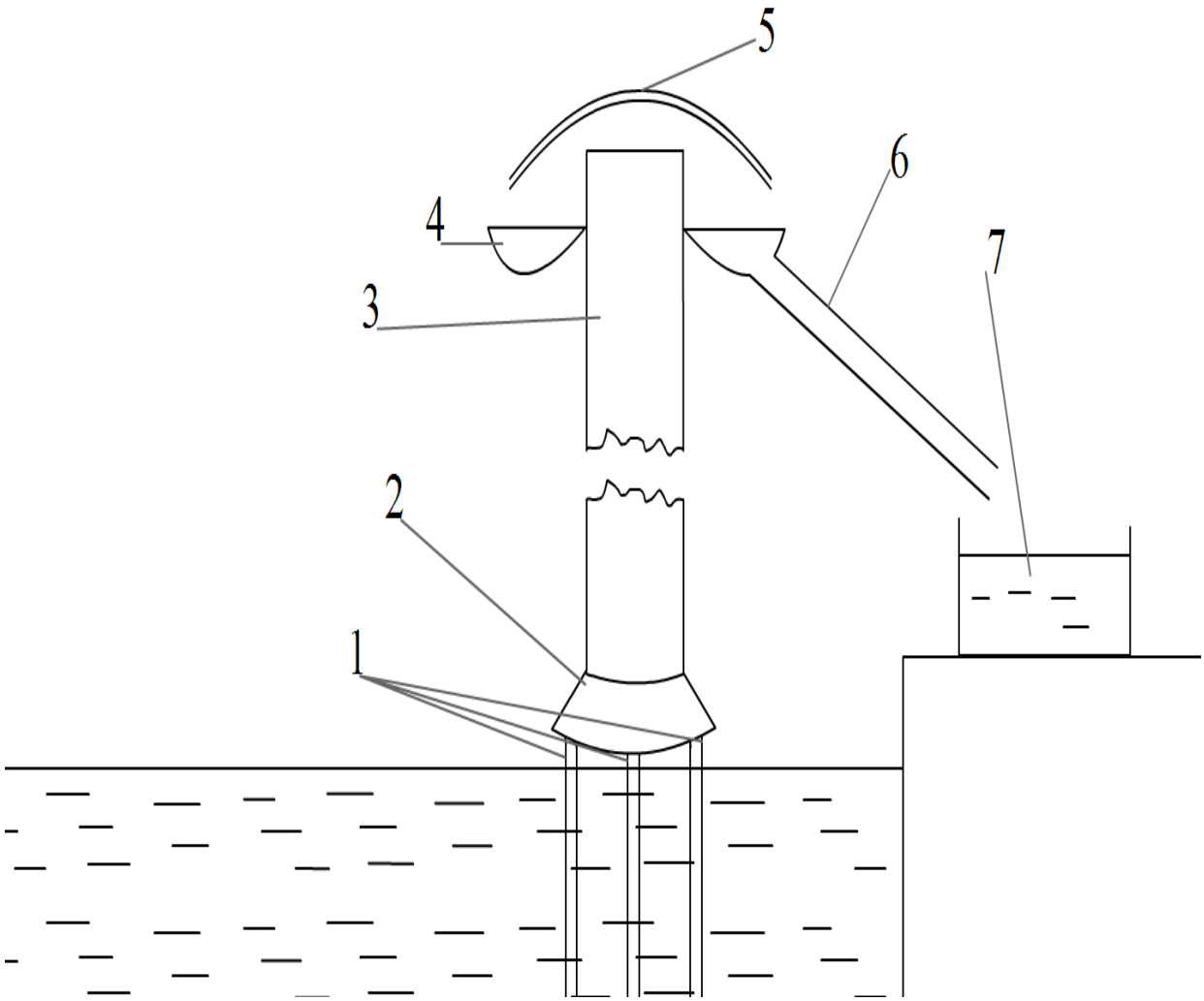


Рис.9. Селищний опріснювач.

1 - опори, 2 - розтруб, 3 - повітропровід, 4 - жолоб, 5 - конденсуючий ковпак, 6 - водостік, 7 - ємність для знесоленої води.

За висоти опріснювача в 40м і радіусі повітропровіду 3м його розрахункова продуктивність складає приблизно 5400 літрів прісної води за десять годин ефективної роботи опріснювача.

**Висновки:**

1. У місцях, бідних джерелами енергії, для опріснення води можна використовувати енергію атмосфери.

2. Розроблена конструкція екологічно безпечного опріснювача, використовуючого енергію атмосфери.

3. Виконані розрахунки ефективності опріснювача, зроблена кількісна оцінка продуктивності пристрою.

4. Запропоновані модифікації опріснювача різного цільового призначення.

**Список використаної літератури**

1. Мосин О.В. Физико-химические основы опреснения морской воды // Сознание и физическая реальность, 2012, № 1.

2. Способ улучшения качества питьевой воды замораживанием и оттаиванием (Патент RU 2186033), Авторы патента: Полежаев Ю.М. и Русинова А.А., 2004.

3. Способ химической очистки воды (Патент RU 2150433), Автор патента: Селиванов Н. П., 2003.

4. ОПРІСНЮВАЧ (Патент UA 96052108), Автор: МУСІЕНКО Ю.В., 1997.

5. АТМОСФЕРНИЙ ОПРІСНЮВАЧ (Патент на корисну модель UA 93035), Автор патенту: Кузнецов Д.О., 2014.

(11) **93035**

(19) **UA**

(51) **МПК**
*C02F 1/04* (2006.01)

(21) Номер заявки: **u 2014 05003**

(22) Дата подання заявки: **12.05.2014**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.09.2014**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.09.2014, Бюл. № 17**

(72) Винахідник:
**Кузнецов Данило Олександрович, UA**

(73) Власник:
**Кузнецов Данило Олександрович**,
вул. Пісаржевського, 11, кв. 5,
м. Дніпропетровськ, 49005, UA

(54) Назва корисної моделі:

**АТМОСФЕРНИЙ ОПРІСНЮВАЧ**

(57) Формула корисної моделі:

Атмосферний опріснювач, що містить ємність для випарювання води, корпус, теплообмінник та місткості для знесоленої води, який **відрізняється** тим, що паропровід розміщений вертикально, має у основі розширювач, над паропроводом поміщений ковпак, покритий світловідбиваючим покриттям, а довжина паропроводу забезпечує підтримку природної тяги.



УКРАЇНА

# ПАТЕНТ

## НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

## № 93035

**АТМОСФЕРНИЙ ОПРІСНЮВАЧ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **10.09.2014.**

Голова Державної служби
інтелектуальної власності України М.В. Ковіня

Державна служба інтелектуальної власності України

Додаток