



УКРАЇНА

(19) UA (11) 97421 (13) C2
(51) МПК (2012.01)
F25B 29/00
F03G 7/05 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

1

(21) а201006259
(22) 25.05.2010
(24) 10.02.2012
(46) 10.02.2012, Бюл. № 3, 2012 р.
(72) ДЕНИСОВ ЮРІЙ ПАВЛОВИЧ, СМІРНОВ ЛЕОНАРД ФЕДОРОВИЧ
(73) ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ
(56) UA 35719 U; 10.10.2008
SU 305327; 04.06.1971
UA 59193 A; 15.08.2003
SU 1654606 A1; 07.06.1991
RU 2199023 C2; 20.02.2003
RU 2273742 C1; 10.04.2006
CN 101875516 A; 03.11.2010
US 3988592; 26.10.1976
(57) 1. Установа для вироблення теплової та електричної енергії за рахунок використання природних джерел енергії, що містить тепловий насос і комплектується теплосприймаючими модулями, зануреними на морське дно для забезпечення стабільного температурного рівня, та має три за-

2

мкнених циркуляційних контури - проміжний водяний, аміачний теплонасосний і водяний для системи опалення і гарячої води, а також має у складі теплового насоса турбіну для вироблення електроенергії, яка **відрізняється** тим, що включає сонячний колектор, розміщений по ходу проміжного теплоносія між теплосприймаючими модулями і тепловим насосом, а також вітроустановку з електрогенератором як привод теплового насоса, при цьому теплосприймаючі модулі виконані як акумулятор теплової енергії.
2. Установа за п. 1, яка **відрізняється** тим, що акумулятор теплової енергії складається з модулів у вигляді цистерн, які мають теплоізоляцію і містять рухливу діафрагму.
3. Установа за п. 1 або п. 2, яка **відрізняється** тим, що рухлива діафрагма має центральну втулку з отвором для проходження прямого троса, а також периферійну втулку, оснащену колесами.

Винахід належить до енергетики, а точніше до енергетичних установок, які використовують природні джерела енергії, і знайде попит на об'єктах переробки продукції моря, на морських газових промислах, а також у фермерських господарствах, розташованих на узбережжі моря. Згадана установа знайде застосування як для опалення житлових масивів на узбережжі, так і для їх електрозабезпечення, включаючи санаторії, будинки відпочинку, спортивні комплекси.

Відома установа для тепло- і водопостачання з використанням тепла геотермального джерела, яка містить два паливних насоси з випарниками і конденсаторами, котел-накопичувач гарячої води для системи опалення, системи гарячого і холодного водопостачання. Конденсатор основного теплового насоса обслуговує тільки систему опалення, де вода підігрівается теплом конденсації пари холодоагенту, стисненої компресором. Крім випарника вода з джерела надходить безпосередньо в конденсатор теплового насоса, що обслуговує систему гарячого водопостачання. Тепло конденсації пари обох теплових насосів автономно на-

правляється у систему опалення і гарячого водопостачання (А.С. SU 305327 МПК F25B29/00, 4.06.1971. Бюл. № 18).

Недоліком такої установки є нестабільність геотермального джерела, що потребує додаткових джерел водозабезпечення. Крім того, відома установа потребує систему очищення води геотермального джерела для захисту теплообмінної поверхні установки.

Відома установа для вироблення електроенергії за рахунок використання теплової енергії океану, яка складається з пароутворювача (випарника), зануреного в поверхневі шари океану, пароперегрівника, що складається з колекторів, труб і сферичних екранів, що сприймають тепло сонячного випромінювання, і герметичного блока, у середині якого розміщена турбіна на одному валу з електрогенератором і циркуляційний насос, а у нижній частині блока розміщений конденсатор пари робочого тіла, причому блок разом з пароперегрівником закріплений на крижаній поверхні ай-

(13) C2

(11) 97421

(19) UA

сберга, а пароутворювач і сонячний пароперегрівник з'єднані трубопроводами підведення пари до пароперегрівника і відводу конденсату до пароутворювача (Патент США 4537030, МПК F03 G7/04, 1985).

Відомо, що енергетичні установки характеризуються стабільністю робочих характеристик, надійністю в роботі, доступністю в експлуатації і високою питомою ефективністю протягом тривалого терміну роботи.

Розглянута установка позбавлена багатьох з перерахованих якостей. Використання енергії моря і сонячного випромінювання у згаданій установці носить нестабільний характер з наростанням ефективності після полудня і зниженням її у кінці світлового дня до нуля. Очікуваний ефект від епізодично одержуваної енергії навряд чи виправдується перед витратами, зв'язаними з обладнанням площадки на айсбергу, доставкою туди і монтажем.

Найбільш близьким до заявленого і використаний як прототип є установка цілорічного одержання тепла і електроенергії за рахунок потенціалу морської води (Патент України 35719 МПК F03 G7/05, 10.10.2008. Бюл. 19).

Ця установка складається з теплового насоса, працюючого по зворотному холодильному циклу, і комплектується теплосприймаючими модулями, зануреними на морське дно для забезпечення стабільного температурного рівня, та має три замкнених циркуляційних контури - проміжний водяний, аміачний теплонасосний і водяний для системи опалення і гарячої води, а також містить замість дросельного вентиля турбіну для вироблення електроенергії.

Недоліком цієї установки є низька теплова ефективність тому, що турбіна компенсує малу частку потужності електропривода компресора теплонасосної установки. При цьому на привод компресору потрібно втратити електроенергію, яка оцінюється втричі дорожче, ніж теплова енергія, яку теплонасосна установка виробляє для опалення та гарячого водопостачання. Відомо також, що вартість обладнання теплового насоса в декілька разів більше, ніж вартість водонагрівального котла на одиницю калорії. Таким чином, незважаючи на те, що установка отримує електричних калорій у три рази менше, ніж видає теплових калорій споживачеві, теплова ефективність цієї установки низька.

В основу винаходу поставлено задачу створення установки, яка не потребує для себе електричної енергії, найдорожчої з відомих видів енергії, а навпаки, сама виробляє як електроенергію, так і теплову енергію за рахунок використання природних джерел енергії.

Поставлена задача вирішується тим, що установка, яка містить тепловий насос і комплектується теплосприймаючими модулями, зануреними на морське дно для забезпечення стабільного температурного рівня, та має три замкнених циркуляційних контури - проміжний водяний, аміачний і водяний для системи опалення і гарячої води та містить замість дросельного вентиля турбіну для вироблення електроенергії, згідно з винаходом,

додатково включає сонячний колектор, розміщений по ходу проміжного теплоносія між теплосприймаючими модулями і тепловим насосом та вітроустановку для привода теплового насоса, при цьому теплосприймаючі модулі виконані як акумулятор теплової енергії.

Крім того, акумулятор теплової енергії складається з модулів у вигляді цистерн, які мають теплоізоляцію і містять рухливу діафрагму, що має центральну втулку з отвором для проходження прямого троса, а також периферійну втулку, оснащену колесами.

Включення в установку сонячного колектора, розміщеного по ходу проміжного теплоносія між теплосприймаючими модулями і тепловим насосом, дозволяє влітку без витрат електроенергії постачати споживачу гарячу воду в систему водопостачання, а включення вітроустановки для привода теплового насоса дозволяє взимку також без витрат електроенергії постачати споживачу гарячу воду як для системи опалення, так і для системи водопостачання, що знижує вартість вироблення теплової та електричної енергії за рахунок використання природних джерел енергії запропонованою установкою в цілому.

На фіг. 1 подано загальний вигляд установки, на фіг. 2 зображено поздовжній переріз ТАМ (теплоакумуляторного модуля), а на фіг. 3 зображено поперечний переріз цього модуля.

Установка, згідно з фіг. 1, містить сонячний колектор, виконаний у вигляді платформи-басейну 1, закритого прозорим покриттям 2 на базі плавучого понтона, насос 3 для циркуляції води влітку і подачі води, нагрітої від сонячного променя, в цистерни 4. При цьому платформа-басейн має плити 5, поглинаючі теплову енергію сонячного променя, і закріплена відносно цистерн 4 тросом 6 за допомогою якоря 7. Цистерни 4 виконані із пластмаси з гідрофобним покриттям і забезпечені теплоізоляцією. Внутрішня ємність цистерн має розділову діафрагму 8, яка за допомогою прямого троса 9 рухається під тиском напору від циркуляційного насоса 3 в одному напрямку або насоса від споживача (не показаний) в протилежному напрямку і, таким чином, герметизує ємність гарячої води від ємності холодної води. На платформі 1 встановлена вітроустановка 10, як привод теплового насоса 11, який також встановлений на платформі 1.

У свою чергу тепловий насос 11 складається з випарника 12, конденсатора 13, електропривода 14 для компресора 15 і турбіни 16. Контур теплового насоса заповнений холодильним агентом - аміаком, який за своїми властивостями задовольняє температурні умови роботи установки у даному випадку. Насос 17 застосовується для циркуляції нагрітої води із ТАМ як акумульованого низькопотенційного тепла для теплового насоса 11. Тепловий насос працює по призначенню взимку, коли сонячний колектор не працює. При цьому випарник 12, відповідно фіг. 1, призначений для відбору низькопотенційного тепла (близько 40 °C), акумульованого у літній сезон в ТАМ, а конденсатор - для постачання високопотенційного тепла (близько 60 °C) споживачу взимку. Відповідно фіг. 1, цистерни 4, які складають тепловий акумулятор

18 (ТАМ), заповнені водопровідною водою за допомогою насоса споживача (не показаний).

Запропонована установка готується до роботи таким чином.

Платформа-басейн 1 установлюється напроти заданого узбережжя, де є необхідність теплопостачання для місцевого житлового масиву, і закріплюється на заданому місці за допомогою троса 6 з якорем 7. При цьому цистерни 4, які обладнані рухомими діафрагмами 8, закріплюються на ґрунті морського дна за допомогою вхідних і вихідних штуцерів.

Після монтажу ТАМ цистерни 4 заповнюють водопровідною водою за допомогою насоса від споживача, при цьому рухомі діафрагми 8 встановлюються у "верху" цистерн 4, а водопровідна вода заповнює далі ємність на платформі-басейні 1.

Після заповнення водопровідною водою системи ТАМ + платформа-басейн та з'єднувальних шлангів проводять пускові та налагоджувальні роботи з метою опробування двох різних режимів роботи установки: у літній сезон, коли не працює тепловий насос, і взимку, коли не працює сонячний колектор. Переключення потоків води при переході роботи установки з одного режиму на другий ведуть за допомогою вентилів, розміщених на вході-виході з теплонасосної установки.

Розглянемо роботу установки у літній сезон.

У літній сезон теплонасосна установка 11 відключена, закриті і вентилялі на лінії води по входу-виходу на цю теплонасосну установку. Вітроустановка 10, потужність якої залежить від швидкості вітру, працює з віддачею електроенергії по електромережах (не показані) споживачу та на привод циркуляційного насоса 3 влітку. Сонячний колектор 1, потужність якого залежить від інтенсивності сонячного випромінювання, підігріває воду у платформі-басейні за допомогою плит 5, які мають селективні покриття для ефективного поглинання сонячного випромінювання. При цьому сонячний колектор 1 підключений шлангами як зі входом ємності цистерн 4 над її діафрагмою, так і з виходом із цієї ємності. Впродовж літнього сезону тепла вода накопичується в цистернах ТАМ за допомогою насоса 3, який прокачує нагріту воду через ємність цистерн над їх діафрагмами. Ємність цистерн розрахована на вміст необхідної кількості нагрітої води, яка буде забезпечувати узимку теплом житловий масив на узбережжі, одночасно частина нагрітої води з верху цистерн 4 подається споживачу.

Відпрацьована холодна вода від споживача направляється у низ цистерн 4 під їх діафрагму 8. Таким чином, реалізується використання природних джерел енергії - сонця і вітру для вироблення відповідно теплової та електричної енергії у літній сезон.

Розглянемо роботу установки узимку.

Узимку, коли сонячний колектор не працює, насос 3 для циркуляції води влітку відключають, а включають насос 17, який застосовують для циркуляції води із ТАМ (води нагрітої влітку) як низькопотенційного джерела тепла для теплового насоса 11. Одночасно включають тепловий насос 11 за допомогою включення електропривода 14, який

запитується від вітрової установки 10. У випадках падіння швидкості вітру нижче за потрібну для забезпечення електропривода струмом від електрогенератора вітрової установки, додається необхідне електроживлення від електромережі узбережжя, і навпаки, у випадках підвищення швидкості вітру вище за потрібну, надлишок потужності цього електрогенератора застосовується для електроживлення електромережі узбережжя.

У результаті роботи теплового насоса низькопотенційне тепло нагрітої води, акумульованої влітку у цистернах 4 (ТАМ), трансформується у високопотенційне тепло гарячої води, яка подається споживачу у зимовий сезон для опалювання житла. Запропонована установка дозволяє оптимально використовувати природні джерела енергії з точки зору мінімізації затрат, тому що у літній сезон, коли не треба опалювати житло, а достатньо мати гарячу воду, працює сонячний колектор, а тепловий насос відключений. Це узгоджується з тим, що у літній сезон швидкість вітру невелика і, відповідно, потужність вітроустановки теж невелика, але її достатньо для електропривода насоса 3 циркуляції води. Узимку, коли треба підключати опалювальні пристрої, підключається тепловий насос 11, електропривод якого запитується від вітроустановки, потужність якої відповідно збільшується в декілька разів за рахунок значного збільшення швидкості вітру узимку відносно літа. Таке підстроювання схемного рішення установки під сезонну зміну природних умов (сонячного випромінювання та швидкості вітру) дозволяє оптимізувати витрати електроенергії.

Економічна ефективність запропонованої установки визначається зниженням витрат на електропривод теплонасосної установки (ТНУ), як основної складової експлуатаційних витрат ТНУ. При цьому звісно, що термін окупності ТНУ більше, ніж термін окупності сонячного колектора приблизно у 2 рази. Зробимо оцінку зниження експлуатаційних витрат, як основних витрат відносно сумарних витрат, для установки з одиничною потужністю електропривода ТНУ в 1 МВт, що відповідає приблизно 1 МВт теплової потужності установки.

Для умов роботи ТНУ по прототипу генерація 1 кВт тепла для опалення житла відповідає приблизно 0,35 кВт витрати електроенергії на привод ТНУ, а питома вартість вітроустановки складає приблизно $K_{\text{ВУ}} = 1 \cdot 10^6$ дол. за $N_{\text{ВУ}} = 1$ МВт встановленої потужності.

За термін опалення житла узимку τ вироблення електроенергії вітроустановкою дорівнює

$$W = \tau \cdot \varphi \cdot A \cdot N_{\text{ВУ}} = 0,5 \cdot 8760 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1971 \text{ МВт-г,}$$

де $\tau = 0,5 \cdot T$; $T = 8760$ г/рік; $\varphi = 0,5$ - частка терміну сезону узимку, яка відповідає номінальній потужності вітроустановки; $A = 0,9$ - коефіцієнт готовності вітроустановки.

Для вартості електроенергії $C_e = 0,05$ дол/кВт-г строк окупності вітроустановки дорівнює

$$T_{\text{ок}} = 1,2 K_{\text{ВУ}} / (C_e \cdot W) = 1,2 \cdot 1 \cdot 10^6 / (0,05 \cdot 1971 \cdot 10^3) = 10,1 \text{ рік.}$$

Термін роботи вітроустановки визначається як

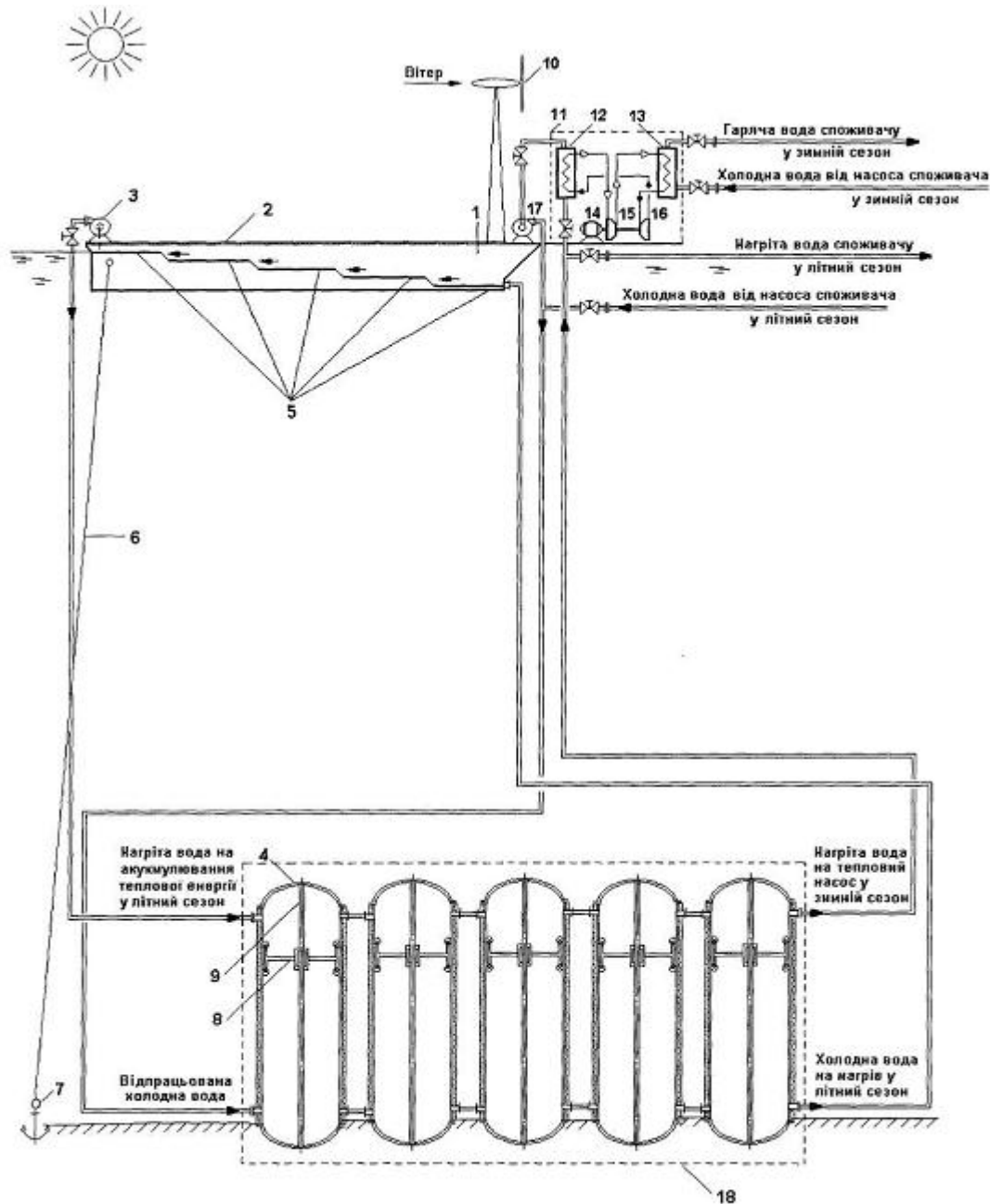
$$T = 1/E_H = 1/0,04 = 25 \text{ років,}$$

де E_H - нормативний коефіцієнт амортизації.

Зниження витрат на електроенергію за термін роботи вітроустановки для запропонованої уста-

новки складає

$$\Delta C = (T - T_{ок}) \cdot W \cdot C_e = (25 - 10,1) \cdot 1971 \cdot 10^3 \cdot 0,05 = 1,5 \cdot 10^6 \text{ дол. або } 1,5 \text{ млн. дол.}$$



Фіг. 1

