



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107991** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
H01L 31/00
H01J 7/00
F24J 2/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 00201	(72) Винахідник(и): Жарков Віктор Якович (UA), Жарков Антон Вікторович (UA), Орловський Ігор Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.02.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 24.06.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 24.06.2016, Бюл.№ 12	(73) Власник(и): Жарков Віктор Якович, вул. Леніна, 137, кв. 13, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72319 (UA), Жарков Антон Вікторович, вул. Леніна, 137, кв. 13, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72319 (UA)

(54) АВТОНОМНА КОГЕНЕРАЦІЙНА ЕНЕРГОУСТАНОВКА З ГІБРИДНИМИ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ МОДУЛЯМИ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ

(57) Реферат:

Заявляється автономна когенераційна енергоустановка з гібридними фотоелектричними модулями циліндричної форми, об'єднаними в батарею, зі спільним охолоджувальним колектором. Кожен модуль містить дві коаксіально розташовані скляні трубки, з'єднані між собою з утворенням вакуумної колби, внутрішня трубка покрита фотоелектричним перетворювачем (ФЕП), з'єднаним в послідовний ланцюг з виведеними електричними гермоконтактами, акумулятор, контролер, інвертор, послідовні ланцюги із ФЕП кожного фотоелектричного модуля (ФЕМ) приєднані через контролер до акумулятора, до іншого виходу контролера приєднані споживачі постійного струму безпосередньо, а споживачі змінного струму приєднані через інвертор. Гібридний фотоелектричний модуль циліндричної форми містить термосифон у вигляді окремого металевого корпусу, запаяного з обох сторін, наповненого під вакуумом робочим тілом з фазовим переходом і низькою температурою замерзання, розташований у вакуумній колбі типу посудини Дьюара, герметичний корпус термосифона виконаний із чистої червоної міді, з конденсатором, контактуючим зі спільним охолоджувальним колектором, наповненим рідким незамерзаючим теплоносієм, бак-акумулятор з теплообмінником, вхідним і вихідним трубопроводами, з термодатчиком на вхідному трубопроводі і вихровим насосом на вихідному трубопроводі.

UA 107991 U

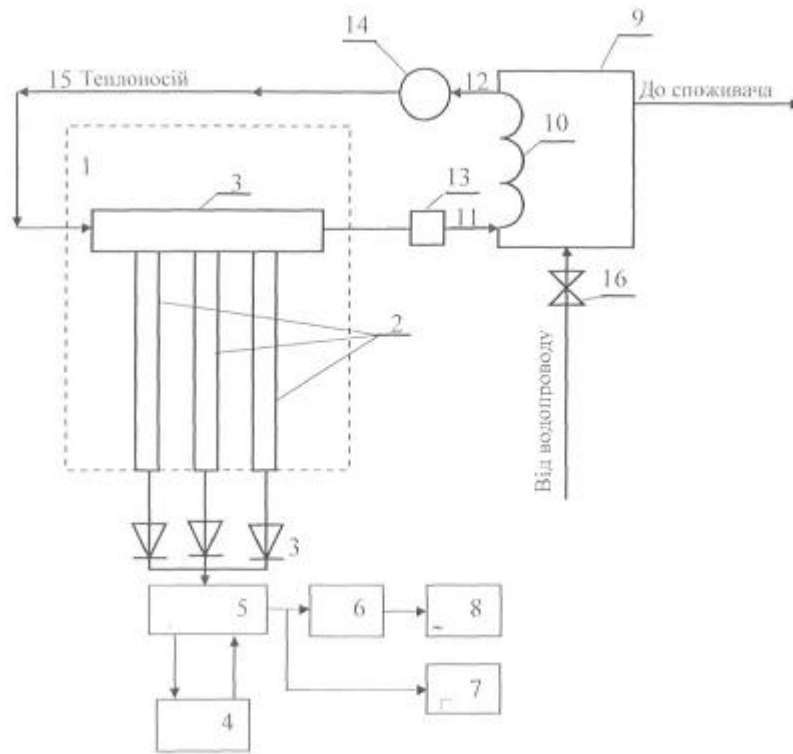


Fig. 1

Корисна модель належить до відновлювальної енергетики з використанням сонячної енергії для когенерації.

Відома комбінована сонячна енергоустановка [Пат. 98680 UA. МПК H01L 31/058, F24J 2/00, G02B 5/32. - Опубл. 11.06.2012, Бюл. №11], що містить смуги голографічної плівки, розміщені між зовнішнім і внутрішнім захисним покриттям, з внутрішньої сторони якого закріплені смуги фотоелектричних перетворювачів (ФЕП) з чергуванням зі смугами голографічної плівки, простір між якими заповнений пастою теплопровідною, розміщені на абсорбері, в якому знаходяться труби з теплоносієм, теплоізовані від корпусу. Чергування смуг зменшує корисну площу ФЕП, а віддалене розміщення труб з теплоносієм погіршує теплопередачу, що зменшує загальний коефіцієнт корисної дії (ККД) і ефективність енергоустановки.

Відомий плоский фотоелектрично-тепловий (PVT) сонячний модуль, в якому ФЕП механічно притиснутий до теплового колектора без будь-якого клею [Swaphil Dubey and Andrew A.O. Tay. Experimental study of the performance of two different types of photovoltaic thermal (PVT) modules under Singapore climatic conditions [Текст] / Swaphil Dubey and Andrew A.O. Tay // Ashdin Publishing Journal of Renewable Energy and Applications Vol.2 (2012), Article IDR120313, 6 Pages]. Недоліком відомого сонячного модуля є низький ККД і велика матеріалоемність.

Відомий також гібридний фотоелектричний модуль (ФЕМ) [Пат. 2546332 RU. МПК H02S 10/00, H01L 31/042], що містить корпус з теплообмінником, виконаним у вигляді герметичної камери з патрубками для циркуляції теплоносія, захисне покриття у вигляді склопакета з вакуумним зазором, ланцюжки з послідовно з'єднаних ФЕП, розміщені між склом і корпусом електроізовані від теплообмінника, простір між ФЕП, теплообмінником і скляним покриттям заповнений шаром силосанового теплообмінника, і скляним покриттям заповнений шаром силосанового гелю. Недоліком гібридного ФЕМ є низька ефективність, оскільки при зростанні температури теплоносія, а отже і ФЕП, їхній ККД падає.

Найбільш близьким аналогом пристрою, що заявляється, вибраним як прототип, є присадибна сонячна електростанція з ФНМ циліндричної форми [Пат. 103043 UA. МПК H01L 31/00, H0J 7/35. - Опубл. 25.11.2015, Бюл. № 11], кожен ФНМ містить дві коаксіально розташовані скляні, з'єднані між собою з утворенням вакуумної колби, внутрішня трубка покрита ФЕП з виведеними електричними гермоконтактами і наповнена охолоджуючою рідиною, ФЕМ об'єднані в батарею зі спільним охолоджувальним колектором, і приєднані через контролер до акумулятора, до іншого виходу контролера приєднані споживачі постійного струму безпосередньо, а споживачі змінного струму - через інвертор. Недоліком присадибної сонячної електростанції, як і всіх попередніх пристроїв, є використання рідини лише для охолодження ФЕП в жарку пору року, а не для генерації теплоти, так як при зростанні температури охолоджуючої рідини коефіцієнт корисної дії ФЕП падає.

В основу корисної моделі поставлена задача збільшення ефективності автономної коопераційної енергоустановки з гібридними ФЕМ циліндричної форми шляхом відбору теплоти конденсації робочого тіла в термосифоні і підвищення ККД ФЕП за рахунок їхнього охолодження.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що автономна коопераційна енергоустановка з гібридними ФЕМ циліндричної форми, об'єднаними в батарею, зі спільним охолоджувальним колектором, кожен модуль містить дві коаксіально розташовані скляні трубки, з'єднані між собою з утворенням вакуумної колби, внутрішня трубка покрита ФЕП, з'єднаним в послідовний ланцюг з виведеними електричними гермоконтактами, акумулятор, контролер, інвертор, послідовні ланцюги із ФЕП кожного ФЕМ приєднані через контролер до акумулятора, до іншого виходу контролера приєднані споживачі постійного струму безпосередньо, а споживачі змінного струму приєднані через інвертор, згідно з корисною моделлю, гібридний ФЕМ циліндричної форми містить термосифон у вигляді окремого металевих корпусу, запаяного з обох сторін, наповненого під вакуумом робочим тілом з фазовим переходом і низькою температурою замерзання, розташований у вакуумній колбі типу посудини Дьюара, герметичний корпус термосифона, виконаний із чистої червоної міді, з конденсатором, контактуючим зі спільним охолоджувальним колектором, наповненим рідким незамерзаючим теплоносієм, бак-акумулятор з теплообмінником, вхідним і вихідним трубопроводами, з термодатчиком на вхідному трубопроводі і вихровим насосом на вихідному трубопроводі.

Також поставлена задача вирішується за рахунок того, що в ланцюг із ФЕП кожного ФНМ послідовно увімкнений низькоомний діод Шотткі зі спільною точкою, приєднаною через контролер до акумуляторної батареї.

Наявність термосифона забезпечує транспортування пари робочого тіла до зони конденсації і повернення конденсату назад; наявність робочого тіла з низькою температурою кипіння під вакуумом в корпусі термосифона забезпечує зниження температури кипіння до

температури 25-30 °С, і, відповідно, робочу температуру ФЕП не вище цієї величини; розташування конденсаторів в спільному охолоджувальному колекторі забезпечує відбір теплоти фазового переходу "пара-рідина"; рідкий незамерзаючий теплоносіє разом з вихровим насосом на вхідному трубопроводі забезпечують транспортування теплоти до теплообмінника; теплообмінник забезпечує передачу тепла в бак-акумулятор; контролер забезпечує режим "заряд-розряд" акумулятора і вмикання вихрового насоса при появі сигналу від термодатчика; увімкнення низькоомних діодів Шотткі послідовно з ланцюгами ФЕП унеможливорює розряд акумулятора в нічний час, і виключає ланцюг з пошкодженням ФЕП або з недостатнім освітленням, як навантаження на справні ланцюги ФЕП інших ФЕМ; вмикання діодів Шотткі зі спільною точкою на вході до контролера скорочує кількість електричних з'єднань і підвищує надійність електросхеми.

Удосконалення енергоустановки приводить до комбінованої генерації електричної енергії і теплоти, збільшують її загальний ККД і ефективність.

Технічна суть корисної моделі пояснюється графічним матеріалом, де на фіг. 1 зображена функціональна схема автономної когенераційної енергоустановки з гібридними ФЕМ циліндричної форми; на фіг. 2 зображено поздовжній розріз гібридного ФГМ циліндричної форми з термосифоном; на фіг. 3 - його поперечний розріз.

Автономна когенераційна енергоустановка з гібридними ФЕМ циліндричної форми містить батарею 1 із декількох гібридних ФЕМ 2 циліндричної форми, об'єднаних спільним охолоджувальним колектором 3, акумулятор 4, контролер 5, інвертор 6, споживачі постійного струму 7, приєднані до виходу контролера 5 безпосередньо, споживачі змінного струму 8, приєднані через інвертор 5, бак-акумулятор 9 з теплообмінником 10 і трубопроводами 11, 12, термодатчик 13 на вхідному трубопроводі 11 і вихровий насос 14 на вихідному трубопроводі 12 з рідким теплоносієм 15, електроклапан 16. Гібридний ФЕМ 2 циліндричної форми містить дві скляні трубки 17, 18 із боросилікатного скла. Внутрішня трубка 17 розташована в прозорій трубці 18 більшого діаметра (одна в одній), з'єднані між собою подібно до посудини Дьюара [http://uk.wikipedia.org/wiki/посудина_Дьюара], з вакуумною порожниною 19 між ними. Зовнішня поверхня внутрішньої трубки 17 вкрита плівкою із напівпровідникових ФЕП 20, яка наноситься безпосередньо на скло, з'єднаних електрично послідовно (не показано). Всередині внутрішньої трубки 17 розташований термосифон у вигляді герметичного корпусу 21 з чистої червоної міді, з конденсатором 22, контактуючим з охолоджувальним колектором 3, з рідким незамерзаючим теплоносієм 15, наприклад антифризом. Герметичний корпус 21 і конденсатор 22 наповнені робочим тілом 23, з фазовим переходом, від рідини до газу і навпаки, з низькою температурою замерзання, з зоною випару та зоною конденсації. Як робоче тіло 23 можуть бути використані: етанол або його водний розчин, і/або ацетон, і/або ефір, або їхня суміш. Параметри етанолу (C_2H_5OH) [Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. - изд 2-е доп. и перераб. - М.: Наука, 1972. - С. 407-415]: критична температура $T_{кр}=516,1K$ (243,1 °С), критичний тиск $P_{кр}=63,9$ Па, температура кипіння при атмосферному тиску ($P=0,1$ МПа) $T_{кип}=351,3$ К (78,3 °С), а питома теплота випаровування $r=840$ кДж/кг, теплоємність газоподібного етанолу в діапазоні температур від 0 до 100 °С становить $C_p=1,34...1,69$ кДж/кг.град. При тиску пари етанолу (C_2H_5OH) $P=20$ кПа етанол конденсує при $T_{кип.}=224,6$ К (41,7 °С). При $P=10$ кПа - $T_{кип.}=301,9$ К (28,9 °С). Параметри ацетону - $C(CH_3)_2O$: критична температура $T_{кр}=508K$ (235 °С), критичний тиск $P_{кр}=47,6$ Па, температура кипіння при атмосферному тиску ($P=0,1$ МПа) $T_{кип.}=329,1$ К (56,1 °С), теплоємність при кипінні $r=524$ кДж/кг. При зниженні тиску відповідно знижується і температура кипіння. Вибір легкокиплячої речовини або їхньої суміші як робоче тіло і ступеня вакууму в герметичному корпусі дозволяє вибрати оптимальну величину температури кипіння для охолодження плівки ФЕП.

Автономна когенераційна енергоустановка з гібридними ФЕМ циліндричної форми працює наступним чином. Із колби, утвореної скляними трубками 17, 18 викачане повітря для створення вакууму, який перешкоджає зворотній теплопровідності і конвекційним втратам тепла. Сонячне світло вільно проходить через зовнішню прозору трубку 18 і попадає на тонку плівку ФЕП 20, нанесену на зовнішню поверхню внутрішньої трубки 17, які генерують електроенергію. Боросилікатне скло зовнішньої трубки 18 пропускає хвилі сонячної радіації в діапазоні 0,4...2,7 мкм. Як робоче тіло 23 герметичний корпус 21 наповнений легкокиплячою рідиною ($T_{кип.}$ - близько 30 °С) під вакуумом. За рахунок сонячної радіації нагрівається зовнішня поверхня внутрішньої трубки 17, а від неї за рахунок конвекції теплота Q_1 нагріває робоче тіло 23 в мідному герметичному корпусі 21. В результаті робоче тіло 23 закипає і утворюється пара. Із зони випару пара піднімається вгору - в зону конденсації (на фіг. 2 праворуч) до конденсатора 22, який омивається рідким теплоносієм 15 в охолоджувальному колекторі 3. В результаті пара конденсує з віддачею теплоти Q_2 , і конденсат тече назад - в зону випару герметичного корпусу

21, охолоджуючи плівку ФЕП 20, і цикл повторюється знову. Високий коефіцієнт передачі тепла робочим тілом 23, незначна його кількість і відносно невеликі розміри герметичного корпусу 21 із чистої червоної міді дають ефективну термічну теплопровідність. Герметичний корпус 21 працює як термічний діод. Теплопровідність дуже висока в одному напрямку (вгору) і низька в зворотному (вниз). Наповнення герметичного корпусу 21 робочим тілом 23 під вакуумом дозволяють знизити його температуру кипіння, чим забезпечити охолодження плівки ФЕП 20. Від спільного охолоджувального колектора 3, рідкий теплоносіє 15 надходить до теплообмінника 10 бака-акумулятора 9 по трубопроводах 11, 12, з термодатчиком 13 на вхідному 11 і вихровим насосом 14 на вихідному трубопроводі 12. Подача води до бака-акумулятора 10 регулюється електроклапаном 16, а відбір нагрітої води до споживача самопливом. Увімкнення низькоомних діодів Шотткі 24 [https://ru.wikipedia.org/wiki/Диод_Шоттки] послідовно з ланцюгами ФЕП (не показаними) кожного ФЕМ уможливорює розряд акумулятора 4 в нічний час і виключає ланцюг з пошкодженими ФЕП або з недостатнім освітленням, як навантаження на справні ланцюги ФЕП інших ФЕМ.

Технічний результат: збільшення продуктивності енергоустановки за рахунок когенерації практично, до її подвоєння (два генератори в одному гібридному модулі) при одночасному збільшенні ККД ФЕП за рахунок їхнього охолодження термосифоном.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Автономна когенераційна енергоустановка з гібридними фотоелектричними модулями циліндричної форми, об'єднаними в батарею, зі спільним охолоджувальним колектором, кожен модуль містить дві коаксіально розташовані скляні трубки, з'єднані між собою з утворенням вакуумної колби, внутрішня трубка покрита фотоелектричним перетворювачем (ФЕП), з'єднаним в послідовний ланцюг з виведеними електричними гермоконтактами, акумулятор, контролер, інвертор, послідовні ланцюги із ФЕП кожного фотоелектричного модуля (ФЕМ) приєднані через контролер до акумулятора, до іншого виходу контролера приєднані споживачі постійного струму безпосередньо, а споживачі змінного струму приєднані через інвертор, яка **відрізняється** тим, що гібридний фотоелектричний модуль циліндричної форми містить термосифон у вигляді окремого металевого корпусу, запаяного з обох сторін, наповненого під вакуумом робочим тілом з фазовим переходом і низькою температурою замерзання, розташований у вакуумній колбі типу посудини Дьюара, герметичний корпус термосифона виконаний із чистої червоної міді, з конденсатором, контактуючим зі спільним охолоджувальним колектором, наповненим рідким незамерзаючим теплоносієм, бак-акумулятор з теплообмінником, вхідним і вихідним трубопроводами, з термодатчиком на вхідному трубопроводі і вихровим насосом на вихідному трубопроводі.

2. Автономна когенераційна енергоустановка з гібридними фотоелектричними модулями циліндричної форми за п. 1, яка **відрізняється** тим, що в ланцюг із ФЕП кожного ФЕМ послідовно увімкнено низькоомний діод Шотткі зі спільною точкою, приєднаною через контролер до акумуляторної батареї.

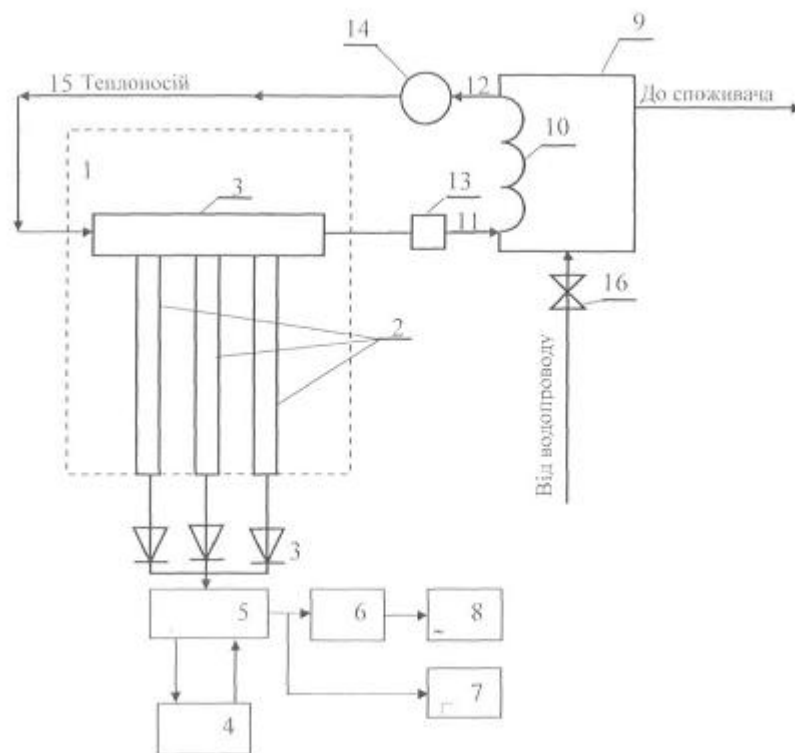


Fig. 1

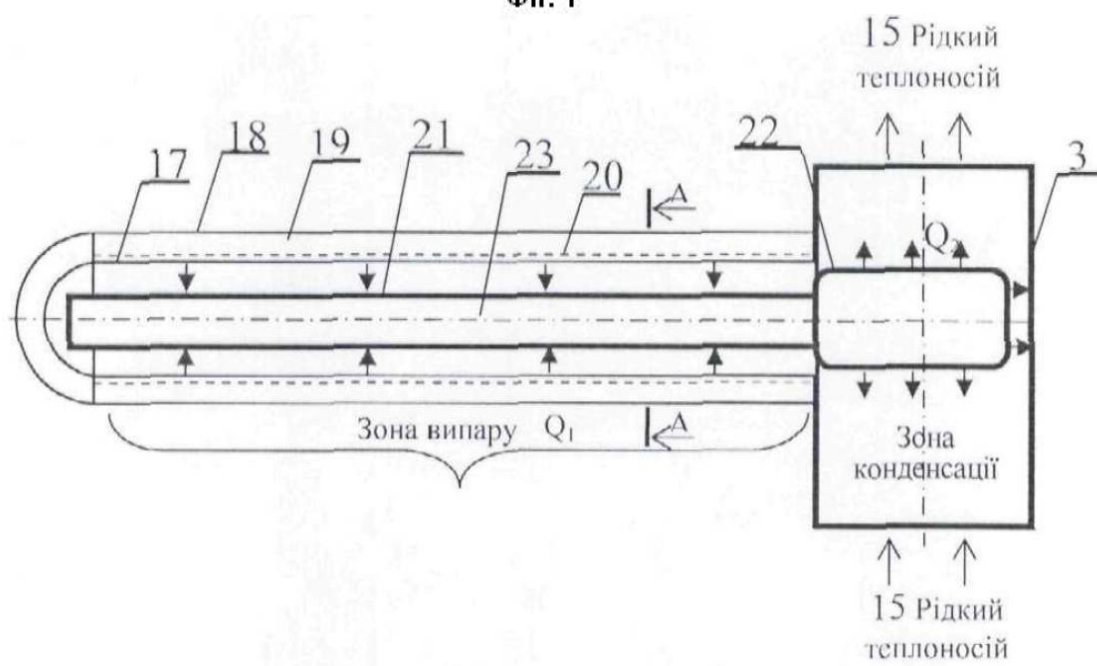
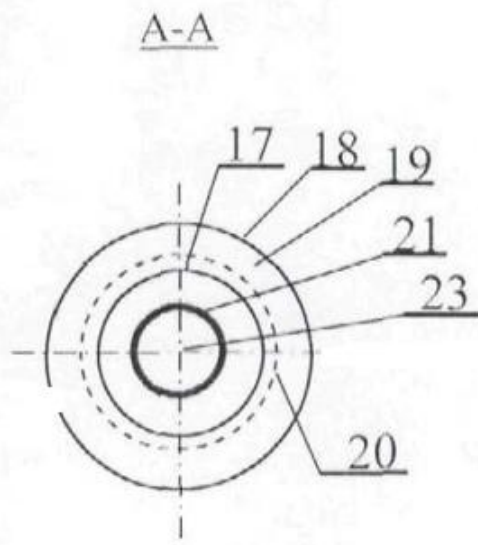


Fig. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601