



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110071** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)
F25B 29/00
H01M 8/18 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

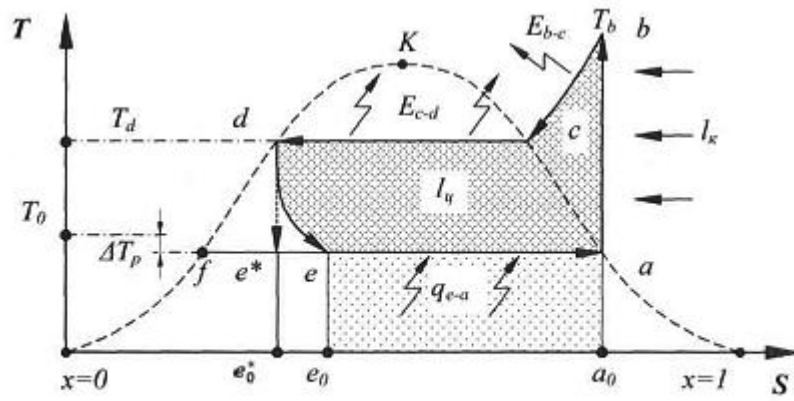
(21) Номер заявки:	а 2014 04430	(72) Винахідник(и): Небилиця Катерина Сергіївна (UA), Небилиця Юрій Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки:	25.04.2014	(73) Власник(и): Небилиця Катерина Сергіївна, вул. Володарського, 5, мкр. Дахнівка, м. Черкаси 18035 (UA), Небилиця Юрій Миколайович, вул. Володарського, 5, мкр. Дахнівка, м. Черкаси 18035 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.11.2015	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 83423 C2, 10.07.2008 UA 88080 C2, 10.09.2009 SU 457852 A, 16.04.1975 RU 2080528 C1, 27.05.1997 RU 2084056 C1, 10.07.1997 RU 2446518 C1, 27.03.2012 RU 2154878 C2, 20.08.2000 US 3511715 A, 07.01.1966 US 4818638 A, 04.04.1989 US 2901524 A, 25.08.1959 US 3458356 A, 29.07.1969 US 5213912 A, 25.05.1993 EP 0430017 A2, 05.06.1991 DE 10342889 A1, 12.08.2004
(41) Публікація відомостей про заявку:	26.08.2014, Бюл.№ 16	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.11.2015, Бюл.№ 21	

(54) СПОСІБ ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛА, ХОЛОДУ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

(57) Реферат:

Винахід належить до теплових машин, систем енергозабезпечення і може використовуватись для утилізації низькопотенціальної теплоти природного та техногенного походження, для підвищення експлуатаційної ефективності систем альтернативної енергетики. Спосіб перетворення теплоти в електричну енергію, за яким протискують газову суміш через пористі електроди з іонізацією потоку в товщі електрода високого тиску та деіонізацією потоку на електроді низького тиску. В міжелектродному проміжку забезпечують адіабатне розширення потоку за рахунок внутрішньої енергії суміші для переміщення іонів проти дії електричного поля електродів. При цьому проміжок заповнюють діелектричним матеріалом пористої, волокнистої чи тканогої структури для зменшення циркуляційних струмів, вибирають склад суміші та перепад тиску таким чином, щоб температура потоку внаслідок адіабатного розширення стала меншою за температуру джерела теплоти техногенного чи природного походження для екстрагування енергії з джерела до перетворювача при пропусканні потоку низького тиску через випарник. Запропонований спосіб забезпечує підвищення експлуатаційних показників систем енергозабезпечення. Усуває теплове забруднення, зменшує техногенний вплив систем енергозабезпечення на довкілля.

UA 110071 C2



Теплова діаграма вироблення тепла, холоду та електричної енергії

Винахід належить до теплоенергетики, систем енергозабезпечення, холодильної техніки, теплових насосів, і може використовуватись для утилізації низькопотенційної теплоти природного та техногенного походження, для підвищення експлуатаційної ефективності систем альтернативної енергетики.

Відомо декілька способів, в яких перетворення теплоти в електричну енергію проводиться шляхом стиснення та розширення газу за допомогою електрохімічних циклів. В російськомовних патентах вони в основному називаються барогальванічні конвертори чи перетворювачі [1], рідше - гальваносорбційний реакційний елемент [2], коли регенерація агентів проводиться шляхом десорбції, термічно. В англійськомовних джерелах, термінологія ще більш не однозначна, у більшості випадків це термоелектричні перетворювачі, але можуть називатися термогальванічними (генератори чи комірки), рідше перетворювачі теплової енергії в електричну, як у [3]. В авторському свідоцтві [4] спосіб отримання тепла чи холоду проводиться шляхом використання електрохімічного компресора і детандера, що по суті відповідає іншим аналогам, але з явною прив'язкою до теплового циклу холодильних машин, що відображено у назві. Зазначені способи [1; 3] слугують за аналогі.

Як основний прототип вибрано спосіб, який приведений у вигляді конвертора і зазначений у патенті [5] пунктом 5. Особливістю даного конвертора є комбінація барогальванічного елемента, який перетворює частину теплоти та енергію стиснутого газу в електричну енергію, із газовим компресором (у патенті подається як насос, що є неточністю, оскільки він з'єднаний із випарником, а значить вилучає з нього газоподібний потік).

Допоміжним прототипами слугують:

- спосіб [2], який явно подає робоче тіло, як газова чи двофазна суміш, в якій один з компонентів виконує функцію транспорту;
- спосіб [4], який явно вказує на отримання холоду та, неявно, на можливість генерації тепла через процеси барогальванічного перетворення.

Перший недолік прототипів полягає у застосуванні іонообмінних електролітичних мембран чи електролітів. Їх використання зумовлює низьку щільність струмів, омичний нагрів, підвищує вартість, а у випадку рідинних електролітів, породжує проблему забезпечення жорсткості барогальванічного елемента та електричної стійкості. Другий недолік полягає у низькій ефективності перетворення теплоти у роботу, оскільки процеси в барогальванічній комірці проходять ізотермічно, тобто обоє електродів мають майже однакові температури. Це потребує проведення рекуперації теплоти між гілками високого та низького тиску, чи виведення її із системи. Такі заходи, крім втрат енергії, зумовлює ускладнення перетворювача та збільшення його вартості.

Спільними ознаками заявленого способу і прототипу є:

- створення розрідження у випарнику, що зумовлює зниження температури в ньому, перебіг процесів випаровування та екстрагування енергії із джерела теплоти низького потенціалу;
- перенесення робочого тіла (газової суміші) на вищий температурний рівень шляхом його стиснення у компресорі;
- протискування робочого тіла через пористі електроди високого та низького тиску.

Відмінності заявленого способу відносно до прототипу полягають:

- у реалізації в міжелектродному проміжку адіабатного розширення потоку (за рахунок внутрішньої енергії суміші), причому робота розширення йде на переміщення іонів проти дії електричного поля електродів;
- зменшення циркуляційних струмів за рахунок заповнення міжелектродного проміжку діелектричним матеріалом з пористою, волокнистою чи тканиною структурою;
- вибору складу суміші та перепаду тиску таким чином, щоб температура потоку внаслідок адіабатного розширення стала меншою за температуру джерела теплоти техногенного чи природного походження, що дозволить при пропусканні потоку низького тиску через випарник провести екстрагування енергії з джерела до перетворювача.

У запропонованому перетворювачі транспорт іонів проводиться в парогазовому потоці за рахунок енергії адіабатного розширення, а не в електроліті за рахунок перепаду концентрацій чи рівня активності іонів. І загалом, термін гальванічний елементом передбачає наявність електродів першого роду провідності, які розділені електролітом - провідником другого роду. Оскільки у запропонованому способі утворення електрорушійної сили не визначається електролітом, а проходить за рахунок конвертування внутрішньої енергії робочого тіла в роботу та супроводжується зміною температури останнього, тому такий перетворювач слід виділити в окрему групу та пропонується назвати баро-, теплоелектричним перетворювачем (БТЕП).

В основу винаходу "Спосіб вироблення тепла, холоду та електричної енергії" поставлено задачі:

- підвищення ефективності перетворення теплоти низького потенціалу в електричну енергію;
- збільшення електрорушійної сили, щільності струму та питомої потужності перетворювача;
- спрощення конструкції та зниження вартості перетворювача.

Поставлені задачі вирішуються за рахунок заміни іонопровідної мембрани чи електроліту на діелектричну пористу прокладку, підбору складу та термодинамічних параметрів газової суміші на лінії високого та низького тиску. Термодинамічні параметри та рівень пористості прокладки повинні відповідати двом умовам. По-перше, адіабатичне розширення потоку в області низького тиску повинно забезпечувати сухість робочого тіла 0,3...0,5. По-друге, - іонізація суміші в товщі електрода високого тиску повинна бути інтенсивною, що забезпечується вибором коефіцієнта стискування компресора, складом суміші та каталітичними властивостями електрода. Слід уточнити, що хімічна реакція між компонентами суміші не допускається, а забезпечується переведення її у активований, метастабільний іонізований стан, за рахунок енергії абсорбції та капілярної конденсації.

Визначення енергетичної ефективності запропонованого способу буде приведена для суміші аміак - водень згідно з тепловою діаграмою фіг. 1 та даних таблиці 1, при температурі джерела теплоти $T_0=273\text{ K}$ і теплоперепаді у випарнику $\Delta T_p=20\text{ K}$.

Тепловий цикл, зображений на кресленні включає: адіабатне стиснення робочого тіла (ділянка a-b), яке надходить на вхід компресора у вигляді сухої пари ($x=1$); відвід теплоти у вигляді енергії $E_{b-d}=E_{b-c}+E_{c-d}$ в ізобарному (ділянка b-c) та ізотермічному (ділянка c-d) процесах, що зумовлює підвищення рівня вологості пари (сухість $x=0$); адіабатне розширення (ділянка d-e*), яке внаслідок необоротності процесів набуває траєкторії d-e; екстрагування енергії q_{e-a} із джерела теплоти низького потенціалу (ділянка e-a). На привід компресора затрачається робота I_k . Ефективність перетворення теплоти є відношення $\Psi = E_{b-d} / I_k$. Виходячи з даних таблиці та прийнявши незворотність розширення на рівні 10 %, тоді $s_e^*=4,65\text{ кДж/(кг*К)}$, а $\Delta h_{e^*-a}=1071\text{ Дж/кг}$.

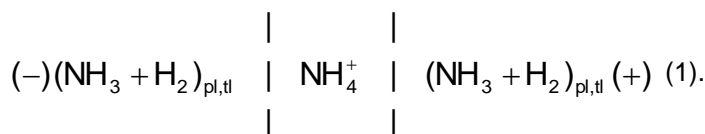
Таблиця

Термодинамічні властивості аміаку [6]

T, K	P, бар	h, кДж/кг	h", кДж/кг	s, кДж/(кг*К)	s", кДж/(кг*К)
253	1,89	306	1637,0	3,65	8,905
283	6,12	446	1671,8	4,17	8,496
333	6,12	-	1790	-	8,905

Ефективність перетворення теплоти $\Psi = \Delta h_{b-d} / (\Delta h_{b-d} - \Delta h_{e^*-a}) = (1790 - 446) / ((1790 - 446) - 1071) = 1344 / 273 = 4,92$. Тобто в результаті перетворення теплоти буде отримано майже у 5 разів більше енергії, чим затрачено для підтримання циклічності процесів.

Умовно процеси БТЕП можливо представити у формі схеми електрохімічного ланцюга. Так, для суміші аміак-водень схема буде мати вигляд:



У відповідності до схеми (1), зліва представлено область високого (анод), а справа область низького тиску (катод), які розділені пористими електродами (пунктирні лінії на схемі), які, у свою чергу, утворюють міжелектродну зону, в якій перенесення катіону амонію здійснюється проти дії електростатичного поля за рахунок розширення парогазового потоку, що зумовить формування електрорушійної сили (ЕРС), - E_2 . Основна ЕРС, - E_1 буде формуватись в подвійному електричному шарі анодної зони (процес відновлення). З перепаду ентальпій, прийнявши іонізацію потоку на рівні 0.1 та врахувавши мольну масу агентів суміші, - $E_1=2.37\text{ В}$, а $E_2=0.22\text{ В}$, що дасть загальну ЕРС на одиничному елементі БТЕП на рівні $E=2.5\text{ В}$.

Приведені викладки пояснюють можливість здійснення заявленого способу, високу його ефективність та достатню ЕРС на елементі БТЕП. При об'єднанні 60 елементів у батарею можливо отримати напругу 150 В, яка при використанні DC/AC інвертора дозволить отримати напругу побутової мережі. Використання отриманих результатів вбачається у модернізації існуючих енергосистем традиційної і альтернативної енергетики, а також у поширенні новітніх технологій безпаливної енергетики.

Джерела інформації:

1. Барогальванический конвертор (варианты) [Текст]: пат. 2080528 Рос. Федерация: МПК F25B; автор Белоусов И.Г., патентообладатель Акционерное общество закрытого типа "ККИП"; заяв. 07.02.1995; опубл. 27.05.1997.

2. Гальваносорбционный реакционный элемент [Текст]: пат. 2154878 Рос. Федерация: МПК H01M8/18, H01M14/00, заявитель и патентообладатель Петер Финц (DE); заявл. 06.02.1996; опубл. 20.08.2000.

3. Method and apparatus for direct conversion of thermal energy to electrical energy [Текст]: United States patent 3,511,715; Inventor J. C Angus; May 12, 1970.

4. Способ работы газовой холодильной машины [Текст]: а.с. 457852 СССР МПК F25B 9/00, F25B 21/00; В.Н. Аксенов, И.Г. Белоусов, В.А. Павлов; заявл. 28.11.72; опубл. 25.01.75; Бюл. №3

5. Барогальванический конвертор (варианты) и насос, входящий в его состав [Текст]: пат. 2084056 Рос. Федерация; МПК H01M 14/00, G01K 17/00; автор Белоусов И.Г. Оpubл. 10.07.1997.

6. Теплофизические свойства аммиака // Голубев И.Ф., Кияшова В.П., Перелыптейн И.И., Парушин Е.Б.: М., Издательство стандартов.-1978, - 264с.

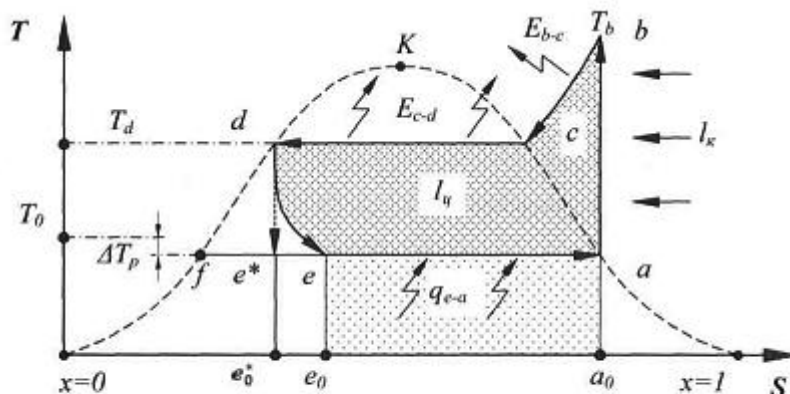
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб перетворення теплоти в електричну енергію, за яким протискують газову суміш через пористі електроди з іонізацією потоку в товщі електрода високого тиску та деіонізацією потоку на електроді низького тиску, який **відрізняється** тим, що в міжелектродному проміжку забезпечують адіабатне розширення потоку за рахунок внутрішньої енергії суміші для переміщення іонів проти дії електричного поля електродів, при цьому проміжок заповнюють діелектричним матеріалом пористої, волокнистої чи ткані структури для зменшення циркуляційних струмів, вибирають склад суміші та перепад тиску таким чином, щоб температура потоку внаслідок адіабатного розширення стала меншою за температуру джерела теплоти техногенного чи природного походження для екстрагування енергії з джерела до перетворювача при пропусканні потоку низького тиску через випарник.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що частину чи всю електричну енергію, яка отримана перетворювачем, направляють на компенсацію втрат енергії протискування газової суміші через пористі електроди.

3. Спосіб за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що джерелом теплоти низького потенціалу вибирають зовнішній, відносно до перетворювача, газовий чи рідинний потік, який омиває випарник і внаслідок екстрагування енергії охолоджується.

4. Спосіб за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що потік суміші, який виходить з компресора, перед тим як потрапити на електрод високого тиску, направляють в теплообмінник для відбору частини теплоти для задач нагріву.



Теплова діаграма вироблення тепла, холоду та електричної енергії

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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

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