



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 110057

(13) C2

(51) МПК

F03G 7/06 (2006.01)

F02G 1/043 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

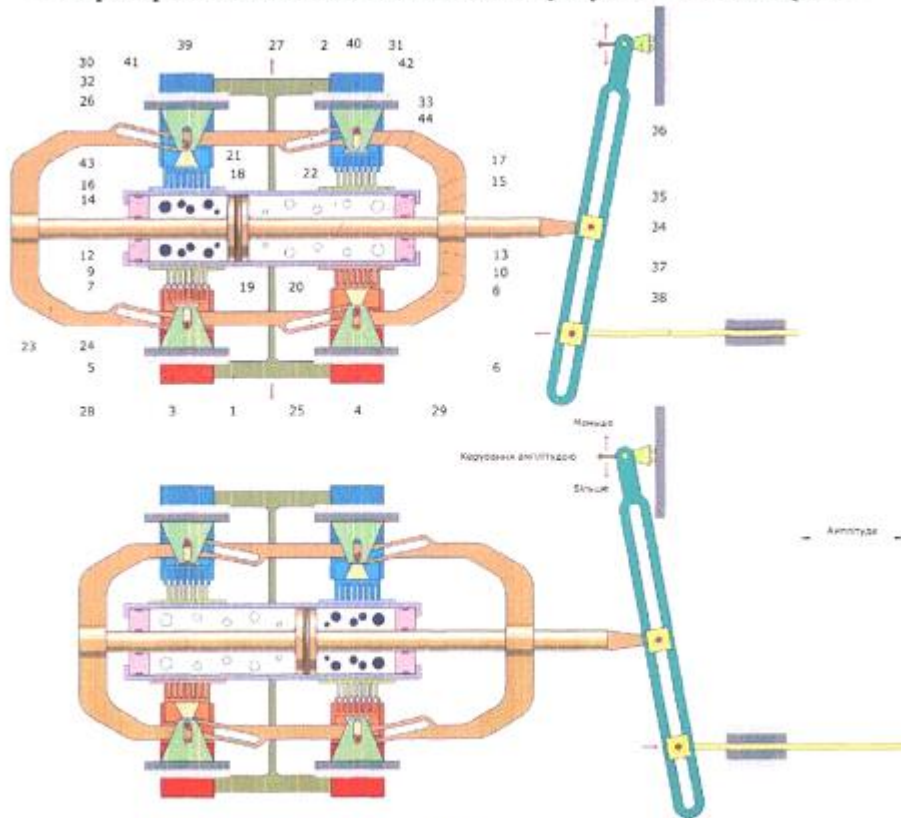
(21) Номер заявки: а 2013 14910	(72) Винахідник(и): Єрошенко Валентин Андрійович (UA), Гросу Ярослав Георгійович (UA), Пятілетов Іван Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 19.12.2013	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", пр. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.11.2015	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 1328579 A, 07.08.1987 DE 3526289 A1, 10.04.1986 DE 3939779 A1, 06.06.1991 DE 19722249 A1, 03.12.1998 DE 10042546 A, 14.03.2002 EP 1564407 A1, 17.08.2005 UA 9215 A1, 30.09.1996 UA 9218 A1, 30.09.1996 WO 96/02750 A1, 01.02.1996
(41) Публікація відомостей про заяву: 25.06.2015, Бюл.№ 12	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.11.2015, Бюл.№ 21	

(54) ГЕНЕРАТОР МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ НА БАЗІ РЕПУЛЬСИВНИХ КЛАТРАТИВ**(57) Реферат:**

Генератор механічних коливань на базі репульсивних клатратів містить нагрівач і холодильник, робоче тіло, зміна розміру якого при нагріванні/охолодженні через механічний негативний зворотний зв'язок, призводить до періодичних коливань. Для підвищення ефективності пристрою, між нагрівачем і холодильником поміщена двосекційна циліндрична камера, що містить поршень, два півштоки і торцеві рухливі заслінки з круглими отворами в центрі. Секції містять робоче тіло у вигляді суспензії. Пристрій містить нерухомі та рухомі теплообмінники, теплові шини нагрівача та холодильника. Зворотний зв'язок виконаний у вигляді рами, закріпленої на півштоках, яка містить прорізи, в яких ковзають пальці. Пальці зв'язують рухомі теплообмінники нагрівача і холодильника з рамою, та одночасно вертикально переміщуються в пазах опор. Частина прорізів - паралельна одна одній, а інші мають протилежні одна одній знаки нахилу. Важливий елемент для регулювання амплітуди коливань з'єднаний зі штоком через кулісний елемент, кінці якого пов'язані з рухомою поворотною опорою та, через кулісний елемент, з робочим штоком, з'єднаним з об'єктом корисної роботи.

UA 110057 C2

Генератор механічних коливань на базі репульсивних клатратів



Фиг. 1

Винахід належить до теплової автоматики і точної механіки, а саме до способів і пристроїв перетворення теплової енергії в енергію тепломеханічних автоколивань стержня і може бути використаний при створенні підсилювачів, генераторів і виконавчих механізмів у схемах теплонік - галузі автоматики, що вирішує завдання контролю і управління при споживанні

5 єдиного виду енергії - теплової енергії.

Відомий пристрій [1] являє собою теплову машину, яка функціонує як згасаючий резонансний об'ємний механічний осцилятор. Машина включає в себе теплообмінний блок, який включає в себе теплове джерело і злив. Робоча рідина проходить через теплообмінний блок, включаючи теплове джерело і злив. Принаймні два резонансних осцилюючих елементи

10 позитивного зсуву вставляються в робочу рідину і адаптовані для направлення робочої рідини в термодинамічний цикл. Принаймні одним з позитивних елементів зміщення забезпечує обмін тепловою енергією між робочою рідиною і засобами теплообміну. У відомому пристрої осциляція на затухаючій резонансній частоті забезпечується елементами позитивного зсуву під дією періодичної зміни тиску робочої рідини.

15 Недоліками відомого пристрою є неможливість функціонувати на постійній частоті (в стаціонарному режимі); складне конструктивне виконання призводить до зниження надійності, підвищення вартості і ускладнює обслуговування пристрою.

Найбільш близьким за технічною суттю до винаходу є пристрій [2] - дилатометричний осцилятор. Відомий пристрій [2] містить закріплену на підставі свинцеву пластину з ножовим

20 закінченням та притиснутий до останнього латунний стрижень, перший кінець якого розташований в зоні дії нагрівача, а другий - у зоні дії холодильника. Пристрій забезпечений встановленою на підставі і з'єднаною зі стержнем в його середній частині поворотною опорою і пружиною, один кінець останньої пов'язаний з основою, а другий закріплений на стержні між опорою і ножовим закінченням пластини, остання розташована біля другого кінця стержня, а

25 перший кінець останнього віддалений від теплообмінної поверхні нагрівача в тангенціальному відносно опори напрямку на відстань, що перевищує амплітуду коливань цього кінця стержня.

Аналог працює наступним чином. За допомогою прямої і гвинта встановлюється необхідний зазор між нагрівачем і кінцем стержня. Опора знаходиться в положенні (визначається співвідношенням довжин плечей), що забезпечує режим автоколивань у

30 пристрої. Температура нагрівача істотно вище температури навколишнього середовища (робочий діапазон 60 °C - 300 °C). Нагрівання латунного стержня від нагрівача здійснюється через повітряний зазор. Відтік тепла від стержня здійснюється через свинцеву пластину. У результаті високої теплопровідності латуні стержень швидко нагрівається по всій довжині, що призводить до нагрівання ножового закінчення пластини (пружина забезпечує постійний

35 тепломеханічний контакт між стержнем і свинцевою пластиною). Так як температурні коефіцієнти лінійного і об'ємного розширення свинцю набагато вище, ніж у латуні, то пластини, нагріваючись, подовжується (на ножовому закінченні пластини утворюється горбик через локальний прогрів свинцю) і правий кінець стрижня підіймається. При цьому лівий кінець стрижня віддаляється від нагрівача (завдяки поворотній опорі), збільшуючи тим самим

40 повітряний зазор. Збільшення зазору, в свою чергу, викликає зниження інтенсивності підведення тепла від нагрівача до стержня, що призводить до охолодження стержня і пластини. Свинцевий горбик на ножовому закінченні пластини зменшується і кінець стрижня опускається, а протилежний кінець наближається до нагрівача, підвищуючи інтенсивність підведення тепла від нагрівача до стержня і відповідно до ножового закінчення свинцевої пластини. Остання

45 знову подовжується і піднімає кінець стержня, віддаляючи лівий кінець від нагрівача. Зазначений процес періодично повторюється, і амплітуда коливань латунного стержня змінюється з часом по гармонійному закону.

Недоліками аналога є низька ефективність перетворення теплоти в механічні коливання, пов'язана з відносно невисоким значенням дилатометрії свинцю тою особливістю, що передача

50 теплоти від нагрівача до стержня відбувається через повітряне середовище.

Задачею винаходу є підвищення ефективності пристрою шляхом усунення недоліків аналога.

Для усунення першого недоліку в аналогу дилатометричний елемент- свинцева пластини з ножовим закінченням - був замінений репульсивним клатратом (РК). РК притаманне явище

55 аномального негативного термічного розширення НТР, що істотно перевищує дилатометричний ефект свинцю. Репульсивний клатрат (РК) - система "капілярно-пориста матриця + рідина, що не змочує матрицю". Фізична природа негативного термічного розширення (НТР) репульсивних клатратів полягає в наступному: РК поміщають в еластичний контейнер, що знаходиться під початковим тиском P_0 . Оскільки рідина не змочує капілярно-пористу матрицю при початковому

тиску поровий простір матриці не заповнений. Для заповнення порового простору матриці в системі має встановитися тиск не менше капілярного тиску Лапласа:

$$P_L = \frac{2\sigma \cos \theta}{r}, \quad (2)$$

де σ - коефіцієнт поверхневого натягу рідини, θ - контактний кут змочування, r - радіус пор.

- 5 У початковий момент часу тиск у системі $P = P_0 < P_L$. При підвищенні температури РК мають місце два наступних процеси: 1) підвищення тиску P в системі викликане об'ємним термічним розширенням рідини і матриці; 2) зниження поверхневого натягу σ і як наслідок зниження значення P_L . При деякій критичній температурі T_{int} (коли тиск у системі P стає рівним капілярному тиску P_L) має місце інтрузія термочутливої речовини в поровий простір матриці. Що
- 10 призводить до зменшення об'єму РК на величину об'єму порового простору матриці. Охолодження РК призводить до зворотного ефекту - виходу термочутливої рідини з порового простору матриці, тобто процес є оборотним.

Для усунення другого недоліку аналога, було запропоновано конструктивне рішення, суть якого пояснюється на фіг. 1 та фіг. 2.

- 15 Пристрій складається з нагрівача 1 і холодильника 2. Нагрівач 1 представлений двома полюсами 3 і 4 з можливістю їх просторового переміщення щодо відповідних теплових шин 5 і 6, які з'єднані з полюсами нагрівачів 3 і 4 за допомогою ковзного контакту. Теплові шини 5 і 6, у свою чергу, з'єднані з рухомими теплообмінниками нагріву 7 та 8, за допомогою ковзних контактів. Останні з'єднані з нерухомими теплообмінниками нагріву 9 та 10 за допомогою
- 20 ковзних контактів. Нерухомі теплообмінники нагріву 9 та 10 закріплені на бічній поверхні циліндра 11, торцеві поверхні, якого виконані у вигляді рухливих заслінок 12 та 13, які мають круглі отвори 14 і 15 в центрі. Циліндр 11 розділений на дві секції 16 та 17 поршнем 18, до якого кріпляться півштоки 19 і 20, що виходять за межі циліндра через отвори 14 і 15. Робочі камери 16 та 17 містять робочі тіла - репульсивні клатрати - 21 і 22. Кінець півштока 19, що виходить за
- 25 межі циліндра 11, закріплений на рамі 23, яка має профільні прорізи 24, 25, 26 і 27, всередині яких розміщені пальці 28, 29, 30 і 31 жорстко пов'язані з рухомими теплообмінниками нагріву 7 та 8 з одного боку рами і рухливими теплообмінниками охолодження 32 і 33 з іншого боку рами.

Профільні прорізи на рамі 23 виконані таким чином:

- 30 прорізи 24 та 25 виконані з протилежним нахилом, що забезпечує опозитне переміщення рухомих теплообмінників 7 та 8 в напрямку, перпендикулярному до осі циліндра при зворотно-поступальному русі рами;

прорізи 26 і 27 виконані з протилежним нахилом, що забезпечує опозитне переміщення рухомих теплообмінників 32 і 33 в напрямку, перпендикулярному до осі циліндра при зворотно-поступальному русі рами;

- 35 прорізи 24 та 26 виконані паралельно, із забезпеченням попереминого нагрівання-охолодження робочої камери 16 при зворотно-поступальному русі рами;

прорізи 25 і 27 виконані паралельно, із забезпеченням попереминого нагрівання-охолодження робочої камери 17 при зворотно-поступальному русі рами.

- 40 Пристрій містить важільний елемент 34, середня частина, якого з'єднана з кінцем півштока 20 через кулісний елемент 35. Один кінець важільного пристрою 34 з'єднаний з рухомою поворотною опорою 36, а другий пов'язаний через кулісний елемент 37 з робочим штоком 38.

- 45 Холодильник 2 представлений двома полюсами 39 і 40 з можливістю їх просторового переміщення щодо відповідних теплових шин 41 і 42, які з'єднані з полюсами холодильника 39 і 40 за допомогою ковзних контактів. Теплові шини 41 і 42, у свою чергу, з'єднані з рухомими теплообмінниками охолодження 32 і 33, за допомогою ковзних контактів. Останні з'єднані з нерухомими теплообмінниками охолодження 43 і 44 за допомогою ковзних контактів. Нерухомі теплообмінники нагріву 43 і 44 закріплені на бічній поверхні циліндра 11.

- 50 Пристрій містить дві зубчасті рейки 45 і 46, опозитно включені через загальну привідну шестірню 47. Рейка 45 пов'язана з рухомою частиною нагрівача 1, а рейка 46 з рухомою частиною холодильника 2.

Пристрій працює таким чином.

У початковий момент часу поршень 18 займає крайнє ліве положення (верхнє зображення фіг.1), тобто пристрій знаходиться в конфігурації № 1:

- 55 максимальна площа контакту між рухомим теплообмінником охолодження 32 і рухомим теплообмінником охолодження 43 робочої камери 16;

максимальна площа контакту між рухомим теплообмінником нагріву 8 і нерухомим теплообмінником нагріву 10 робочої камери 17;

мінімальна площа контакту між рухомим теплообмінником нагріву 7 і нерухомим теплообмінником нагріву 9 робочої камери 16;

мінімальна площа контакту між рухомим теплообмінником охолодження 33 і нерухомим теплообмінником нагріву 44 робочої камери 17;

5 робочий шток 38 знаходиться в крайньому лівому положенні.

Перебування пристрою у конфігурації № 1 приводить до охолодження репульсивних клатратів (РК) 21 і нагріванню РК 22, що в свою чергу приводить до зростання об'єму РК 21 і зниження обсягу РК 22 згідно з явищами аномального негативного термічного розширення РК. Зазначені зміни об'ємів РК 21 і 22 призводять до зміщення поршня 18 вправо, що за допомогою півштоків 19 і 20 призводить до зміщення рами 23 в крайнє праве положення (нижнє зображення на фіг. 1). Просторове розміщення профільних прорізів 24, 25, 26 і 27 призводить до переходу пристрою в конфігурацію № 2:

мінімальна площа контакту між рухомим теплообмінником охолодження 32 і нерухомим теплообмінником охолодження 43 робочої камери 16;

15 мінімальна площа контакту між рухомим теплообмінником нагріву 8 і нерухомим теплообмінником нагріву 10 робочої камери 17;

максимальна площа контакту між рухомим теплообмінником нагріву 7 і нерухомим теплообмінником нагріву 9 робочої камери 16;

20 максимальна площа контакту між рухомим теплообмінником охолодження 33 і нерухомим теплообмінником нагріву 44 робочої камери 17;

робочий шток 38 знаходиться в крайньому правому положенні

Перебування пристрою в конфігурації № 2 приводить до нагрівання репульсивних клатратів (РК) 21 і охолодженню РК 22, що в свою чергу приводить до зниження об'єму РК 21 і зростанню об'єму РК 22 згідно з явищами аномального негативного термічного розширення РК. Зазначені зміни об'ємів РК 21 і 22 приводять до зміщення поршня 18 вліво, що за допомогою півштоків 19 і 20 приводить до зміщення рами 23 в крайнє ліве положення (верхнє зображення фіг. 1). Просторове розміщення профільних прорізів 24, 25, 26 і 27 приводить до переходу пристрою в конфігурацію № 1 - початковий стан пристрою.

30 Зазначений процес періодично повторюється і амплітуда коливань X робочого штока 38 змінюється з часом t за гармонійним законом відповідно до формули:

$$X = X_0 \sin(\omega t). \quad (1)$$

У пристрої передбачене ручне регулювання значень амплітуди X_0 і частоти ω .

Регулювання амплітуди здійснюється шляхом зміщення рухомої опори 36 (фіг. 1): крайнє нижнє положення відповідає максимальній амплітуді, крайнє верхнє - мінімальній. Регулювання частоти проводиться через привідну шестірню 47 (фіг. 2): обертання за годинниковою стрілкою приводить до зміщення полюсів нагрівача 3 і 4 вліво щодо нерухомих теплових шин 5 і 6, а також до зміщення полюсів холодильника 39 і 40 вправо щодо нерухомих теплових шин 41 і 42. Зазначене зміщення нагрівача і холодильника приводить до зменшення площі контакту між відповідними полюсами і їх тепловими шинами, що збільшує термічний опір каналу "полюс-шина" і як наслідок приводить до зниження інтенсивності процесу "нагріву-охолодження" репульсивних клатратів, що приводить до зниження частоти коливань ω робочого штока 38. Обертання привідної шестірні проти годинникової стрілки призводить до зміщення полюсів нагрівача 3 і 4 вправо щодо нерухомих теплових шин 5 і 6, а також до зміщення полюсів холодильника 39 і 40 вліво щодо нерухомих теплових шин 41 і 42. Зазначене зміщення нагрівача і холодильника приводить до збільшення площі контакту між відповідними полюсами і їх тепловими шинами, що зменшує термічний опір каналу "полюс-шина" і як наслідок приводить до зростання інтенсивності процесу "нагріву-охолодження" репульсивних клатратів, що призводить до зростання частоти коливань ω робочого штока 38. Приклад застосування пристрою. Запропонований пристрій може бути використано для перекачування води з підземних джерел, з використанням єдиного джерела енергії - сонячного випромінювання. У цьому випадку нагрівачем 1 виступає колектор сонячного випромінювання 48, а холодильником 2 - канал для перекачування води 49 (фіг. 3). Коливальні рухи робочого штока безпосередньо використовуються як виконавчий механізм класичного гідравлічного насоса 50.

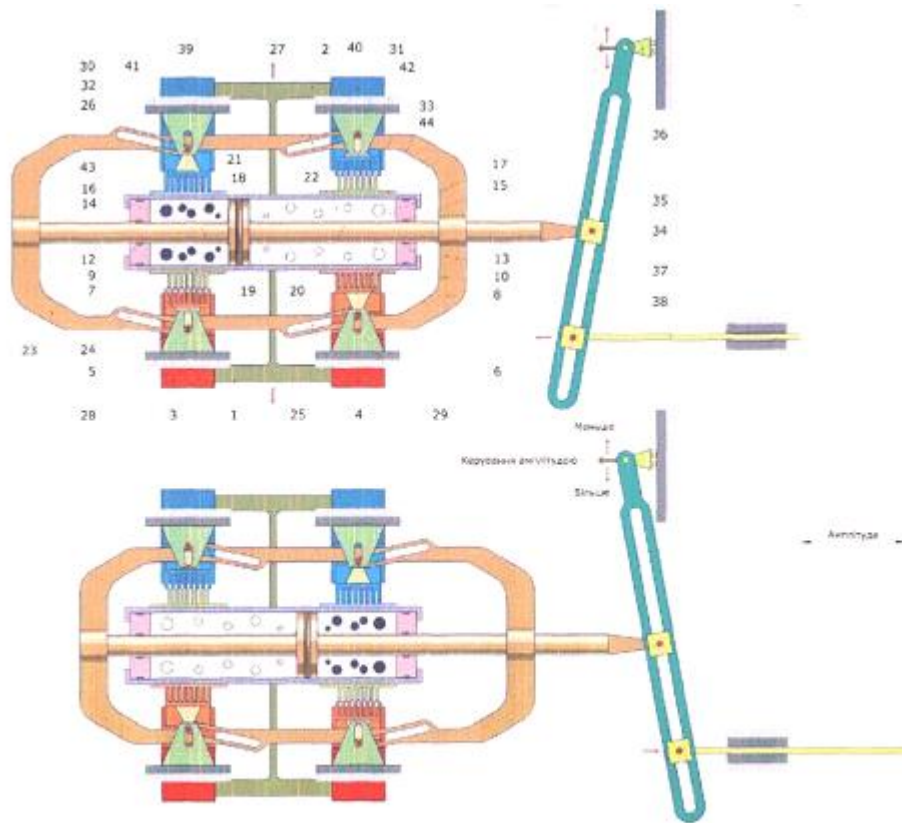
Джерела інформації:

55 [1] Benson G. M. "Thermal oscillator." U.S. Patent No. 4,044,558. 30 Aug. 1977.

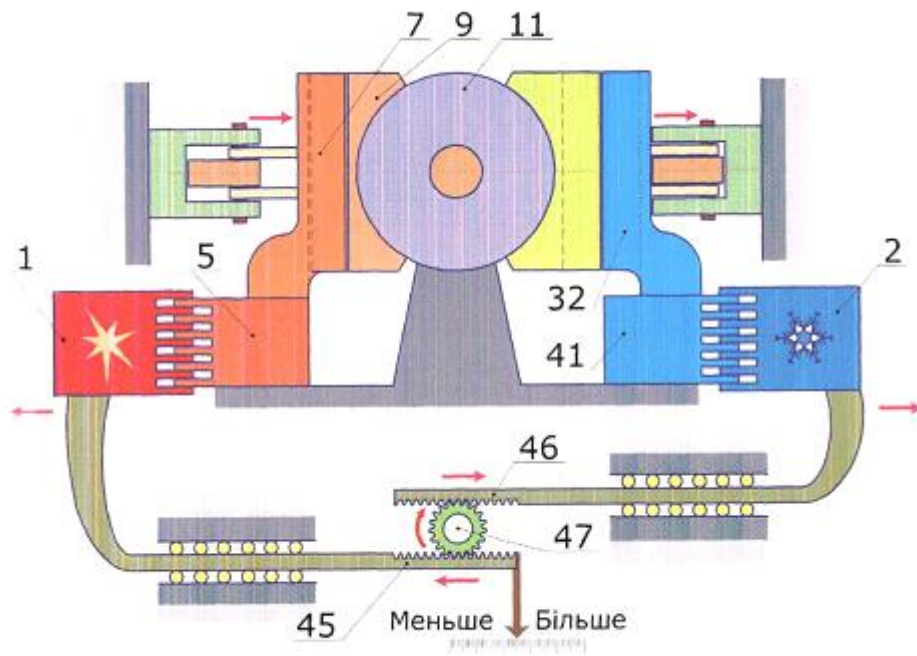
[2] Єрошенко В.А., Юревич-Паранчук А.В. Дилатометричний осцилятор. Патент СРСР No. 1328579. 07 Aug. 1987.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

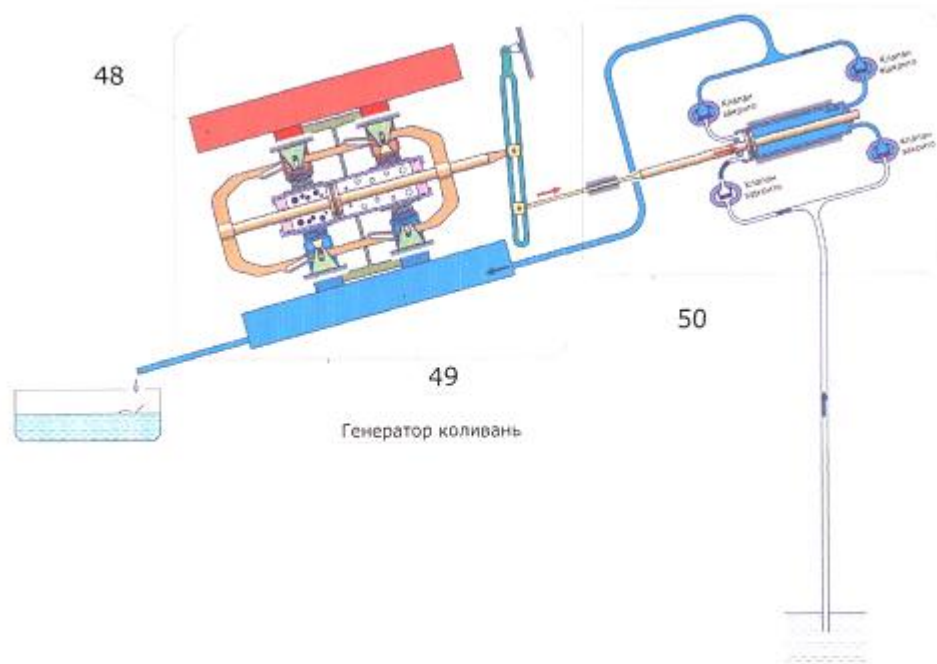
1. Генератор механічних коливань на базі репульсивних клатратів, що містить нагрівач і
 5 холодильник, між якими вміщено термочутливе робоче тіло, зміна розміру якого при нагріванні/охолодженні через механічний жорсткий негативний зворотний зв'язок, що забезпечує збільшення/зменшення термічного опору на ділянці "холодильник/нагрівач-робоче тіло", призводить до періодичних термомеханічних коливань певної частоти і амплітуди, який **відрізняється** тим, що між нагрівачем і холодильником поміщена двосекційна робоча камера
 10 циліндричної форми з поршнем і двома півштоками і торцевими поверхнями, виконаними у вигляді рухливих заслінок, які мають круглі отвори в центрі; кожна із секцій містить робоче тіло у вигляді суспензії і пари нерухомих теплообмінників, закріплених діаметрально із зовнішнього боку циліндра, таким чином, що два теплообмінники, що знаходяться на одній твірній циліндра, пов'язані, через ковзний контакт із змінною площею, з рухомими теплообмінниками стаціонарної
 15 теплової шини нагрівача, а два теплообмінники, що знаходяться на діаметрально розташованій твірній циліндра, пов'язані, через ковзний контакт із змінною площею, з рухомими теплообмінниками стаціонарної теплової шини холодильника; жорсткий негативний зворотний зв'язок позиції поршня з позицією рухливих теплообмінників нагрівача і холодильника виконаний у вигляді рами, жорстко закріпленої на півштоках і містить 4 профільні прорізи, всередині яких ковзають пальці, що зв'язують рухомі теплообмінники нагрівача і холодильника з
 20 рамою; пальці виконані з можливістю одночасного вертикального переміщення в пазах чотирьох опор, які перебувають у місцях розташування нерухомих теплообмінників і запобігають кутовому повороту навколо осі нерухомого циліндра; профільні прорізи, що належать до однієї секції робочої камери, виконані паралельно один одному, а профільні прорізи, що належать до різних секцій камер, мають протилежні одна одній знаки нахилу для забезпечення протифази процесів нагріву/охолодження, що відбуваються в різних секціях робочої камери; пристрій містить важільний елемент для регулювання амплітуди вихідних коливань, середня частина якого з'єднана зі штоком через кулісний елемент, один кінець з'єднаний з рухомою поворотною опорою, а другий зв'язаний через кулісний елемент з робочим
 30 штоком, пов'язаним з об'єктом корисної роботи, наприклад зі штоком поршневого гідравлічного насоса з чотирма клапанами зворотної дії.
2. Термомеханічний генератор гармонійних коливань за п. 1, який **відрізняється** тим, що пристрій містить дві зубчасті рейки, опозитно включені через загальну привідну шестірню, одна з яких пов'язана з рухомою частиною нагрівача, а друга з рухомою частиною холодильника, для регулювання частоти коливань.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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