



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 112701

(13) U

(51) МПК

A61B 18/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 07003**

(22) Дата подання заявки: **29.06.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **26.12.2016**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **26.12.2016, Бюл.№ 24**

(72) Винахідник(и):

**Мороз Василь Максимович (UA),
Йолтухівський Михайло Володимирович
(UA),**

**Власенко Олег Володимирович (UA),
Таранов Сергій Васильович (UA),
Чечель Віктор Володимирович (UA),
Рокунець Ігор Леонідович (UA),
Довгань Олександр Вікторович (UA)**

(73) Власник(и):

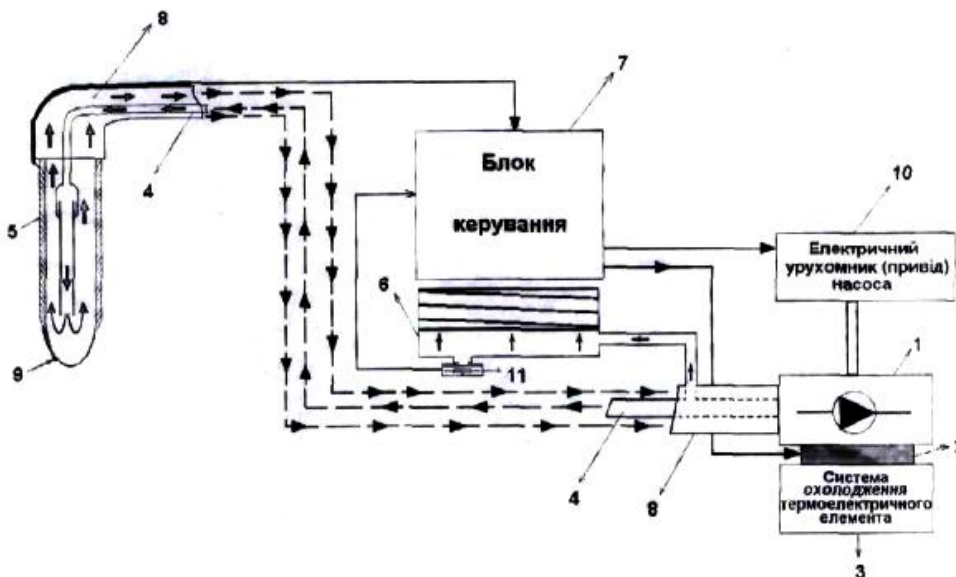
**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.І.
ПИРОГОВА,**

вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, 21018 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬОВАНОГО ЛОКАЛЬНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДІЛЯНКИ НЕЙРОННОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО ТА СПИННОГО МОЗКУ

(57) Реферат:

Пристрій для контрольованого локального охолодження ділянки нейронної активності головного та спинного мозку містить послідовно з'єднані блок насоса перистальтичного типу, систему трубопроводів перекачування охолоджуючої рідини, блок компенсатора тиску пружинного типу з детектором тиску, термод з детектором температури, блок керування, електричний урухомник насоса, блок термоелектричного охолоджувача, блок відведення надлишкового тепла термоелектричного охолоджувача. При цьому як охолоджувач етанолу використаний термоелектричний елемент.



UA 112701 U

Корисна модель належить до біомедичної техніки, зокрема нейрофізіології, і може бути використана для локального контрольованого охолодження ділянки імпульсної активності нейронів головного та спинного мозку під час експерименту, або в клінічних дослідженнях.

Відомий пристрій [Clark D.L., Colbourne F. A Simple Method to Induce Focal Brain Hypothermia in Rats / Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism. - 2007. - V. 27. - P. 115-122], який складається зі спіральної закрученої трубки з нержавіючої сталі, через яку ззовні прокачується охолоджена вода. Означена технологія дозволяє охолоджувати велику площу поверхні мозку. До недоліків слід віднести неселективність зони охолодження, відсутність можливості локального охолодження глибоких структур мозку, інерційність охолодження та подальшого нагріву, а також складність контролю встановленої температури охолодження в мікропросторі нейронної активності.

Як найближчий аналог взятий пристрій для оборотної холодової інактивації ділянок мозку гризунів, приматів та ін. [D.F. Cooke, A.B. Goldring, I. Yamayoshi, P. Tsourkas, G.H. Recanzone, A. Tiriak, T. Pan, S.I. Simon, L. Krubitzer Fabrication of an inexpensive, implantable cooling device for reversible brain deactivation in animals ranging from rodents to primates // J. Neurophysiol. 2012. Vol. 107. P. 3543-3558.]

Пристрій для оборотного охолодження ділянок мозку являє собою не замкнуту та не герметичну систему з двома ємностями: перша ємність містить етанол кімнатної температури, звідки відбувається його подача у вхідну трубку перистальтичного насоса. Подібний підхід не передбачає герметизації забірної ємності та передбачає випаровування етанолу в атмосферу.

Далі перистальтичний насос перекачує етанол та через вихідну трубку направляє його до ємності, яка містить теплообмінник та сухий лід, де підтримується температура мінус 78,5 °С. Охолоджений етанол з теплообмінника прокачується далі через вихідну трубку, на якій розміщений детектор температури охолоджуючої рідини, що витікає.

Означений підхід має ряд недоліків:

- охолоджуючий резервуар не термоізований, що призводить до постійного випаровування сухого льоду та поступового зміщення температури теплообмінника в сторону підвищення;

- температура охолоджувача (етанолу) весь час знаходиться на гранично низькому значенні, що унеможлиблює регулювання температури охолоджуючої рідини;

- контроль температури ділянки мозку, яка підлягає охолодженню, може здійснюватись лише зміною швидкості прокачування етанолу, що потребує дуже низьких величин лінійної швидкості руху охолоджуючої рідини при перекачуванні її перистальтичним насосом та накладає ряд конструктивних обмежень на діапазон та роздільну здатність підтримання температури, а також має досить високу інерційність системи.

Далі охолоджений до мінус 78,5 °С етанол силіконовою трубкою надходить до охолоджуючого пристрою планарно-аплікаційної конструкції. Пристрій складається з петлі силіконової трубки з отвором в центрі, через який вводять в досліджувану ділянку мозку мікроелектроди для реєстрації потенціалів дії або стимуляції структур мозку. У конструкції такого пристрою передбачені технологічні канали для розміщення термодетекторів, як такі виступають термопари.

В описаному конструктивному підході температурного впливу на ділянки нервової тканини мозкових структур є наступні недоліки:

- температурний градієнт має дифузний характер;

- активується великий об'єм тіла (немає локалізації впливу в чітко заданій ділянці, особливо це важливо для об'ємів з невеликими розмірами);

- нерівномірний температурний вплив в ділянці, що активується (охолодженню підлягають більш поверхневі шари нервової тканини), тобто, для досягнення необхідної температури в більш глибоких шарах нервової тканини її поверхневі шари можуть бути катастрофічно пошкоджені в силу граничного зниження температури;

- термодетектори (термопари), розташовані в охолоджуючому пристрої, сигналізують лише про його температуру та температуру поверхневих шарів охолоджуваної тканини;

- проблемним також є використання вимірювальної термопари в поєднанні з багатоканальним мікроелектродом, яка розміщена в ділянці робочої зони мікроелектрода, що не виключає появу електромагнітних завод та можливих електрохімічних потенціалів між різнорідними металами, що різко погіршить співвідношення "сигнал-шум" під час реєстрації електричних потенціалів нейронної активності;

- використання вхідної трубки подачі охолоджувача та вихідної окремо одна від одної викликає втрати "холоду" та суттєво знижує ефективність всієї системи, особливо при використанні протягом тривалих інтервалів часу.

Далі етанол з вихідної трубки стікає в окремий резервуар, який ніяк не з'єднаний з вхідним резервуаром. Подібний конструктивний підхід вимагає постійного контролю рівня етанолу в цих резервуарах. Підсумовуючи слід зазначити, що відомий пристрій має такі недоліки:

- 5 охолоджуюча рідина (спирт) використовується один раз та не підлягає повторному прокачуванню через контур охолодження;
- речовини для охолодження (спирт та сухий лід) використовуються один раз і також не підлягають повторному використанню;
- тиск, який забезпечує протікання охолоджуючої рідини, не включений в контур керування процесом охолодження, що призводить до надлишкового тиску в трубці надходження охолоджуючої рідини в ділянку охолодження, зокрема при перекриванні соленоїдного клапана трубки зворотного контуру охолоджуючої рідини;
- 10 - зворотний контур охолоджуючої рідини не забезпечує економію "холоду" контуру подачі охолоджуючої рідини, оскільки відділений від нього.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки та удосконалення пристрою для локального охолодження ділянки нейронної активності тканин головного та спинного мозку для:

- 15 - контрольованого виключення ділянки функціональної активності, зокрема генерації потенціалів дії нервових клітин,
- точного контролю температури ділянки охолодження з мінімальною інерційністю процесу в заданому діапазоні температур,
- 20 - збереження низької температури охолоджуючої рідини (етанолу) з відсутністю її необоротних втрат,
- мінімальної інвазивності системи стосовно досліджуваного організму з можливістю використання у вільнорухомих тварин.

Корисна модель, що заявляється, пояснюється кресленням, де зображена блок-схема пристрою.

- 25 Поставлена задача вирішується тим, що у пристрої, що містить послідовно з'єднані блок насоса перистальтичного типу, систему трубопроводів перекачування охолоджуючої рідини, блок компенсатора тиску пружинного типу з детектором тиску, термод з детектором температури, блок керування, електричний урухомник насоса, блок термоелектричного охолоджувача, блок відведення надлишкового тепла термоелектричного охолоджувача, згідно з корисною моделлю, як охолоджувач етанолу використаний термоелектричний елемент.

При цьому охолоджуюча рідина (етанол) циркулює в замкнутому контурі з компенсатором тиску по одній трубці у вигляді конструкції "трубка в трубці".

- 35 У заявленому пристрої, який містить резервуарний блок відкритого типу з етанолом, який подається в систему охолодження, блок перекачування охолоджуючої рідини у вигляді перистальтичного насоса, блок контролю перекачування охолоджуючої рідини, блок підсилення та комплексної обробки електричних сигналів від сенсорів температури, блок контролю температури охолоджуючої рідини та охолоджуваної ділянки, блок охолодження етанолу, імплантаційний блок, охолоджуючий пристрій та резервуарний блок відкритого типу для відпрацьованого охолоджувача, які з'єднані між собою послідовно та не утворюють замкнутий контур для теплоносія з паралельним контролем, замінено резервуарний блок відкритого типу з етанолом блоком 6 компенсатора тиску пружинного типу, який є герметичним, та забезпечує підтримання тиску етанолу в конструктивно заданих межах, в залежності від температурного розширення рідини та створюваного тиску в системі. Вдосконалено блок перекачування охолоджуючої рідини та блок контролю її перекачування шляхом створення алгоритму роботи системи, який передбачає досягнення робочого тиску етанолу в системі трубопроводів з подальшим відключенням перистальтичного насоса. Це досягається введенням блока 11 сенсора тиску та блока 6 компенсатора тиску пружинного типу. Блок охолодження етанолу замінено додатково введеним блоком 2 - термоелектричним охолоджувачем та блоком його керування 7 з автоматичною системою відведення надлишкового тепла 3 від термоелектричного елемента. Означена модифікація забезпечує точний контроль підтримання температури охолоджуючої рідини з відсутністю безповоротних втрат охолоджувача.

- 45 Імплантаційний охолоджуючий пристрій, блок контролю температури охолоджуючої рідини замінено блоком 5 у вигляді компактного термододатчика занурювального типу та мініатюрним прецизійним термодетектором 9, який разом з блоком керування 7 забезпечує підтримання заданої температури в робочій зоні термододатчика в режимі автономного контролю.

Резервуарний блок відкритого типу з етанолом, який подається в систему охолодження, резервуарний блок відкритого типу зливу відпрацьованого охолоджувача та система трубок перекачування охолоджуючої рідини замінені патрубком високого тиску 4, навколо якого

знаходиться трубка зворотного повернення охолоджуючої рідини 8 до перистальтичного насоса.

5 Означена конструкція у вигляді герметичної системи "трубка в трубці" забезпечує економію "холоду" та покращує показники ергономіки системи підведення холодного впливу, зокрема її компактність та мобільність.

Використання мініатюрного термодод 5 оригінальної конструкції з підведенням лише однієї трубки ("трубка в трубці") дозволяє здійснювати його імплантацію як в поверхневі, так і глибокі структури мозку, у тому числі вільно рухомих тварин з мінімальним впливом на їх рухову активність та необмежено довго продовжувати нейрофізіологічне дослідження.

10 Принцип роботи заявленого пристрою представлений на кресленні.

Насос 1 перекачує рідину (охолоджену термоелектричним охолоджувачем 2, гаряча сторона якого автоматично охолоджується системою відведення надлишкового тепла 3) в трубку високого тиску 4 до термодод 5. До трубки 4 високого тиску через додаткову трубку під'єднаний компенсатор тиску 6 (пружинного типу) з детектором тиску 11 сигнал від якого надходить у блок керування 7, завдяки чому при досягненні робочого тиску охолоджуючої рідини відключається перистальтичний насос, наступне увімкнення насоса відбудеться після падіння тиску на налаштовану величину гістерезису, допускається його ручне налаштування. Охолоджуюча рідина поворотною трубкою 8 повертається до насоса 1, термоізолювання рідини в трубці 4 від оточуючого середовища сприяє зменшенню температурних втрат охолоджуючої рідини. Детектор температури 9 на кінчику термодод 5 реагує на зміну температури робочої ділянки термодод 5, що забезпечує точний контроль температури зони охолодження та її стабільне підтримання з високою точністю. Блок керування 7, сприймаючи сигнал від детектора температури 9, керує електричним урухомником 10 так, щоб температура кінчика термодод знаходилась в заданих межах, окрім того, блок керування 7 змінює режим роботи термоелектричного охолоджувача 2, регулюючи його холодопродуктивність.

25 Як насос 1 застосований механізм перистальтичного перекачування охолоджуючої рідини (етиловий спирт 96 %). Для електроурухомника насоса 10 використано кроковий електродвигун. Детектором температури 9 слугує мініатюрна термопара. Термоелектричний охолоджувач 2 виконано на елементі Пельтьє.

30 Здійснення корисної моделі стало можливим завдяки:

- заміні резервуарного блока відкритого типу з етанолом блоком 6 - компенсатором тиску пружинного типу, який є герметичним та забезпечує підтримання тиску етанолу в системі в конструктивно заданих межах, який враховує теплове розширення рідини;

35 - вдосконаленню блока перекачування охолоджуючої рідини та блока контролю її перекачування шляхом створення алгоритму роботи системи, який передбачає досягнення робочого тиску етанолу в системі трубопроводів з подальшим відключенням перистальтичного насоса. Це досягається введенням блока 11 детектора тиску, електричний сигнал від якого (при досягненні величини робочого тиску в системі, зокрема в компенсаторі тиску пружинного типу) надходить до блока керування 7, забезпечуючи контроль електричного урухомника за принципом зворотного зв'язку;

40 - заміні блока охолодження етанолу сухим льодом відкритого типу додатково введенням блоком 2 термоелектричним охолоджувачем та блоком 3, автоматичною системою відведення надлишкового тепла від термоелектричного елемента. Означена модифікація забезпечує точний контроль підтримання температури охолоджуючої рідини з відсутністю безповоротних втрат охолоджувача;

45 - заміні імплантаційного охолоджуючого пристрою, блока контролю температури охолоджуючої рідини блоком 5 - компактним термодод занурювального типу з мініатюрним прецизійним детектором температури 9, який разом з блоком керування 7 в режимі автономного контролю роботи підтримує задану температуру в робочій зоні;

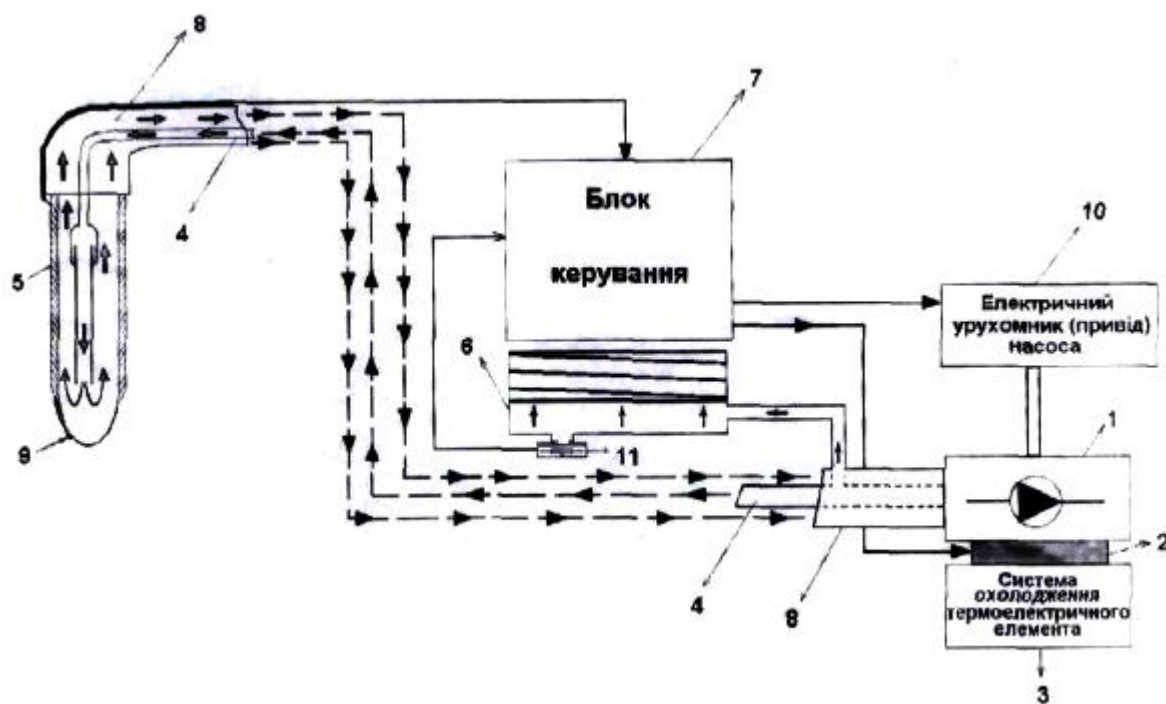
50 - заміні резервуарного блока відкритого типу з етанолом, який подається в систему охолодження, резервуарного блока відкритого типу зливу відпрацьованого охолоджувача та системи підвідних та відвідних трубок перекачування охолоджуючої рідини патрубком високого тиску 4, навколо якого знаходиться трубка зворотного повернення охолоджуючої рідини 8 до перистальтичного насоса.

55 Означена конструкція у вигляді герметичної системи "трубка в трубці" забезпечує економію "холоду" та покращує показники ергономіки системи, зокрема її компактність та мобільність.

60 - використання мініатюрного термодод 5 оригінальної конструкції з підведенням лише однієї трубки ("трубка в трубці") дозволяє здійснювати його імплантацію як в поверхневі так і глибокі структури мозку, у тому числі вільно рухомих тварин з мінімальним впливом на їх рухову активність та необмежено довго продовжувати нейрофізіологічне дослідження.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Пристрій для контрольованого локального охолодження ділянки нейронної активності головного та спинного мозку, що містить послідовно з'єднані блок насоса перистальтичного типу, систему трубопроводів перекачування охолоджуючої рідини, блок компенсатора тиску пружинного типу з детектором тиску, термод з детектором температури, блок керування, електричний урухомник насоса, блок термоелектричного охолоджувача, блок відведення надлишкового тепла термоелектричного охолоджувача, який **відрізняється** тим, що як охолоджувач етанолу використаний термоелектричний елемент.
2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що охолоджуюча рідина (етанол) циркулює в замкнутому контурі з компенсатором тиску по одній трубці у вигляді конструкції "трубка в трубці".



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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