



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 90704

(13) C2

(51) МПК (2009)

H01P 7/00

A61K 41/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОПРОМІНЮВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ РІДИН ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ХВИЛЯМИ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

1

(21) а200710113

(22) 10.09.2007

(24) 25.05.2010

(46) 25.05.2010, Бюл. № 10, 2010 р.

(72) БІЛОУС ОЛЕГ ІГОРОВИЧ, МАЛАХОВ ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, НОСАТОВ АНДРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, СІРЕНКО СВІТЛАНА ПЕТРІВНА, ФІСУН АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ РАДІОФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ ІМ. О.Я. УСИКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) RU 2103035 C1; 27.01.1998

RU 2138301 C1; 27.09.1999

SU 349137; 23.08.1972

DE 10244941 A1; 28.05.2003

RU 2137500 C1; 20.09.1999

SU 1806787 A1; 07.04.1993

RU 2244293 C2; 10.03.2004

RU 2003129083 A; 10.04.2005

Топалов Л.В. Об излучателях электромагнитных волн эллиптической поляризации для медицинской аппаратуры. // Вестник новых медицинских технологий. - 2000. - Т. - 7. - № 3-4. С. 128-129

2

.Макаров. В. Размораживание органов и тканей после криоконсервации. // Медицинская техника. - Вып. - №1/1999, Знайдено в Інтернеті 14.12.2009

(57) 1. Пристрій для опромінювання біологічних рідин електромагнітними хвилями міліметрового діапазону, що містить опромінювач, який з'єднано з джерелом електромагнітного випромінювання за допомогою хвилеводу, та ємність з опромінюваною рідиною, який **відрізняється** тим, що опромінювач виконано у вигляді об'ємного циліндричного резонатора з аксіальним отвором в одній торцевій стінці і аксіальною проточкою в протилежній стінці для розміщення і фіксації в опромінювачеві циліндричної ємності з опромінюваною рідиною, причому внутрішній діаметр резонатора d і зовнішній діаметр ємності D зв'язані співвідношенням $d-D \geq \lambda/2$, де λ - довжина хвилі, а діаметри отвору і проточки співпадають з зовнішнім діаметром ємності D .2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що як ємність для опромінюваної рідини використовується шприц.

Винахід, що пропонується, відноситься до дослідницьких та лікувальних пристроїв у галузі медико-біологічних досліджень та медичного обладнання. Він може знайти застосування в опроміненні хвилями міліметрового (мм) діапазону біологічних рідин, зокрема, крові, плазми крові, фізіологічних розчинів, води та інших рідин, в яких хвилі мм діапазону поглинаються. Пристрій дозволить опромінювати біологічну рідину в умовах мінімальної вірогідності порушення її стерильності, при підвищеній рівномірності опромінення речовини, що підвищує точність дозування енергії опромінення по всьому об'єму біологічної рідини. При роботі з запропонованим пристроєм зменшується можливість опромінення обслуговуючого персоналу.

Багаторічні дослідження вказують на те, що хвилі мікрохвильового діапазону, до яких нале-

жить і міліметровий діапазон, суттєво впливають на стан біологічних систем, зокрема, на кров (Бережинский Л.Н., Грудина Н.Я., Довженко Г.И. и др. Визуализация действия миллиметрового излучения на плазму крови. Биофизика, 1993, т.38, вып.2, с.378-394). Результати цього впливу носять подвійний характер. З одного боку, неконтрольовані дози мікрохвильового випромінювання, а це є всезростаючий фон техногенного походження, особливо у мегаполісах і великих містах, впливають в тій чи іншій мірі, окрім обслуговуючого персоналу, і на все населення. Дуже перспективним напрямком мінімізації ризику негативного впливу, окрім загального зниження техногенного мікрохвильового фону, є застосування дії дозованих електромагнітних полів (Бинги В.Н. Магнитобиология: эксперименты и модели, М., «Милта», 2002, - 592с.). Дозовано як по потужності, так і по часові дозування

(13) C2

(11) 90704

(19) UA

хвилі використовуються у КВЧ (крайне високочастотній) терапії. При цьому здійснюється вплив як на організм в цілому, так і на окремі його системи і органи (Девятков Н.Д. Становление медицинской электроники в России. Биомедицинская электроника, 1999, т.5, с.3-12).

У методиці вивчення дії міліметрового випромінювання на біологічні рідини та в застосуванні пристроїв для виконання цих досліджень існує ряд протиріч: це нерівномірність густини падаючого на об'єкт потоку енергії, неконтрольований зовнішній фон та фон, що виникає внаслідок перевідбиття частини енергії від елементів пристроїв. Ці фактори поширені при використанні антенних опромінювачів різного типу (рупорна, спіральна антени, відкритий кінець металевого або діелектричного хвилеводу і так інше). Окрім цього, розміщення дози крові або іншої біологічної рідини у відкритому просторі, або її переміщення з одного об'єму в інший підвищує вірогідність втрати стерильності опромінюваної дози біологічної рідини. У відомих технічних пристроях (Плаксин С.В., Соколовский С.И. Радиометрические принципы построения терапевто-диагностической КВЧ аппаратуры с использованием собственных излучений биообъектов. Радиофизика и электроника, 2004, т.9, №3, с.619-624) існує загроза впливу стороннього (фонового) випромінювання на біооб'єкти в процесі дослідження або терапевтичної процедури. Для мінімізації цих явищ необхідно проводити ряд додаткових дій, наприклад, екранування, що ускладнює процес лікувальних або дослідницьких робіт.

Найбільш близькими за технічною суттю до запропонованого пристрою є нерезонансні опромінювачі (Топалов Л.В. Об излучателях электромагнитных волн эллиптической поляризации для медицинской аппаратуры. Вестник новых медицинских технологий, 2000, т.7, №3-4, с.128-129). Це пристрої антенного типу, в основу яких покладено двозахідні спіралі. Проекція двозахідної спіралі на конічну поверхню створює можливість одержати однопісляправлену антену-опромінювач, що випромінює енергію вздовж конуса в бік його вершини. Позитивною рисою цих опромінювачів є можливість випромінювати хвилі еліптичної або лінійної поляризації. Широкополосність цих пристроїв забезпечується тим, що стрічки спіралей мають змінну ширину.

Всі нерезонансні опромінювачі, побудовані за вказаним вище принципом, мають суттєві вади. Окрім опромінення біологічного об'єкту вони збуджують поле у навколишньому середовищі. Об'єкт опромінюється нерівномірно, оскільки навіть у головній пелюстці діаграми направленості неможливо одержати однаковий рівень у центрі та на краях пелюстки і при поперечних розмірах дози біологічної рідини біля половини довжини хвилі, рівень у центрі та на краях опромінюваного об'єкту буде відрізнятися. Подібні обмеження виникають і при використанні інших опромінювачів антенного типу. Похибку в розрахунки рівня і дози опромінювання може вносити довільна форма плями рідини, що наноситься на предметне скло при опроміненні.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити пристрій для опромінювання біологічних

рідин електромагнітними хвилями мм діапазону шляхом використання вищих типів коливань при дії електромагнітного поля на опромінювану рідину, що забезпечить підвищення рівномірності опромінювання, зменшення вірогідності порушення стерильності опромінюваної рідини, підвищення точності дозування опромінювання та зменшення можливості опромінення обслуговуючого персоналу.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрої для опромінювання біологічних рідин електромагнітними хвилями міліметрового діапазону, що містить джерело електромагнітних хвиль, опромінювач та опромінюваний об'єкт, згідно з винаходом, опромінювач виконано у вигляді об'ємного циліндричного резонатора з аксіальним отвором в одній торцевій стінці і аксіальною протокою в протилежній стінці для розміщення і фіксації в опромінювачеві циліндричної ємності з опромінюваною рідиною, причому, внутрішній діаметр резонатора d і зовнішній діаметр ємності D зв'язані співвідношенням $d-D \geq \lambda/2$ (λ - довжина хвилі), а діаметри отвору і протоки співпадають з зовнішнім діаметром ємності D .

Суть винаходу пояснюється ілюстраціями: на Фіг.1 зображено пристрій для опромінювання біологічних рідин зі шприцом в осьовому перерізі (а) та в перерізі по площині збуджуючого хвилеводу (б). На Фіг.2 зображено розподіл компонент поля, промодельований при розв'язанні задачі збудження коливань зовнішнім джерелом у резонаторі з поглинаючою рідиною.

Запропонований пристрій для опромінювання містить циліндричний об'ємний резонатор 1, з отвором зв'язку у вигляді прямокутної щілини 2 з плавним переходом на стандартний прямокутний хвилевод 3. Для розміщення рідини, що підлягає опроміненню, використовується циліндрична ємність 4 (наприклад, шприц). Ємність 4 розміщується в резонаторі через отвір 5 у торцевій стінці резонатора 1 і фіксується циліндричною протокою 6 в аксіальному положенні. Для розміщення голки шприца з захисним чохлам в торцевій стінці резонатора мається канал 7. Співвідношення діаметру резонатора d та діаметру шприца D вибирається таким, щоб для рівномірного опромінення дози біологічної рідини у резонаторі збуджувалися коливання вищих типів. Для цього необхідно, щоб виконувалося співвідношення

$$d-D \geq \lambda/2, (1)$$

де λ - довжина хвилі генерації. На Фіг.2 приведена топологія поля вищого типу коливань, розрахованого за допомогою чисельного вирішення задачі збудження резонатора зовнішнім джерелом. В резонаторі аксіально розміщені діелектрична вставка 8 без утрат, що моделює корпус ємності (наприклад, шприца) та поглинаюча рідини 9. Джерело електромагнітного випромінювання 10 приєднується через хвилевід 11 до резонатора 1. При дотриманні співвідношення (1) у резонаторі збуджуються коливання вищого типу. Інтерференційна картина проникаючого в рідину поля вказує на більш-менш рівномірне опромінення всього об'єму рідини. Структура поля у осьовому напрямку спадає в 1,5-2 рази на відстані $(2-3)\lambda/2$, що за-

безпечує рівномірність опромінюючого поля при реальних довжинах пристрою.

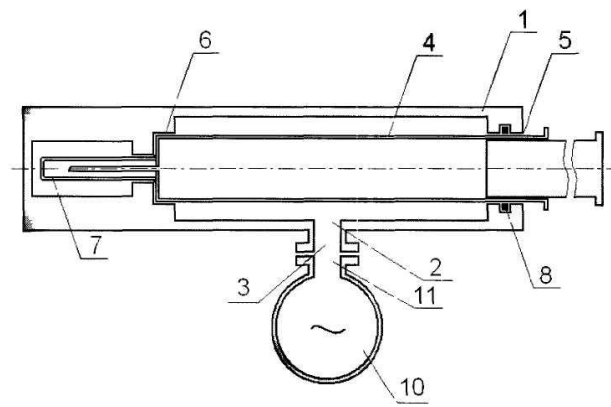
Запропонований пристрій для опромінювання біологічних рідин працює у такий спосіб: шприц 4 або інша циліндрична ємність заповнюється біологічною рідиною, наприклад, кров'ю. З закритою захисним чохлом голкою шприц 4 вставляється в резонатор 1 і фіксується в аксіальному та радіальному напрямках за допомогою проточки 6 та отвору 5. За допомогою зовнішнього перестроюваного генератора у резонаторі збуджуються коливання вищого типу. Цей режим збудження може бути зареєстрований зовнішньою добре відомою схемою включення "на відбивання" за допомогою детектора. Енергія електромагнітних коливань вищого типу, що виникають у проміжку між провідною стінкою резонатора та діелектричною стінкою ємності, частково проникає в поглинаючу рідину, де рівномірно розподіляється і поглинається (Фіг.2а, б). Після закінчення процесу опромінювання шприц 4, чи інша ємність виймається з пристрою. Отже, в процесі опромінення біологічна рідина не зазнає контакту з зовнішнім середовищем, чи іншими (окрім ємності) елементами пристрою. Експериментально встановлюються частоти та час експозиції, а рівень густини опромінення встанов-

люється вихідним атенуатором генератора в відповідності до умов експерименту чи лікувальної процедури, виходячи з теоретичного розрахунку.

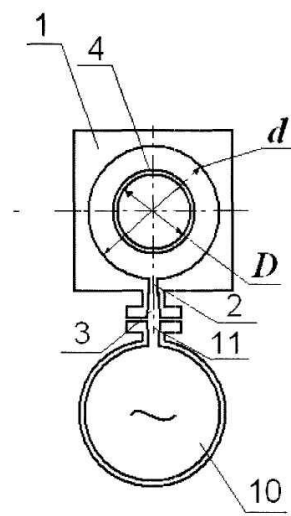
Запропонований пристрій для опромінювання біологічних рідин було виготовлено і випробувано на хвилі $\lambda=7,1$ мм. Діаметр резонатора дорівнював $d=35$ мм, діаметр шприца $D=22,5$ мм, діаметр поглинаючої рідини $D_p=21$ мм (внутрішній діаметр одноразового шприца на 20мл рідини). Висота циліндричного резонатора $h=78$ мм, щільна збудження $0,1 \times 7,2$ мм з плавним переходом на стандартний хвилевод $7,2 \times 3,4$ мм.

Немає принципових ускладнень для розрахунку, виготовлення і роботи пристрою в інших біологічно-важливих діапазонах мм хвиль та з ємностями для біологічних рідин іншого діаметру і місткості.

Пристрій для опромінювання біологічних рідин електромагнітними хвилями було використано в медико-біологічних дослідженнях крові людини при дії на кров випромінюванням з довжиною хвилі 7,1мм. Немає принципових обмежень для використання цього пристрою в дослідженнях дії електромагнітних хвиль іншої довжини на інші поглинаючі рідини.



a)



б)

Фиг. 1.

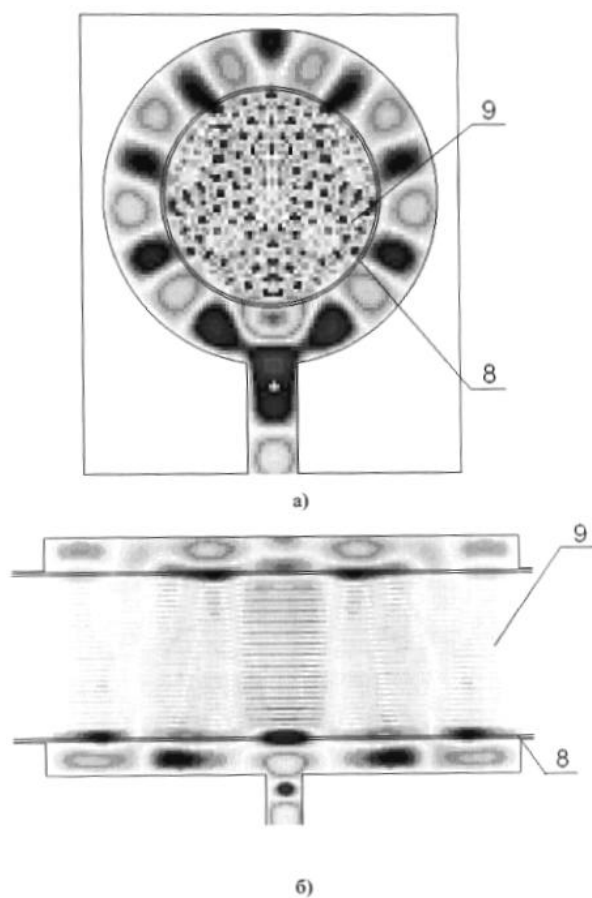


Fig. 2