



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104719** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**H05H 1/00**  
**A61L 2/10** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2015 08907</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Чумаков Володимир Іванович (UA),</b> <b>Острижний Михайло Олександрович (UA),</b> <b>Столярчук Олександр Валентинович (UA),</b> <b>Підченко Сергій Костянтинович (UA),</b> <b>Таранчук Алла Анатоліївна (UA),</b> <b>Харченко Оксана Ігорівна (UA),</b> <b>Пронь Олександр Анатолійович (UA),</b> <b>Вірстюк Юрій Дмитрович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>15.09.2015</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Чумаков Володимир Іванович,</b> вул. Дарвіна, 6, кв. 32, м. Харків, 61002 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.02.2016</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.02.2016, Бюл.№ 3</b>	

**(54) ІМПУЛЬСНИЙ СТЕРИЛІЗАТОР****(57) Реферат:**

Імпульсний стерилізатор виконаний на основі торцевого коаксіального магнітоплазмового компресора та складається з коаксіальних електродів, розділених діелектричною втулкою з плазмоутворюючого діелектрика, ємнісного імпульсного джерела електричної енергії, зарядного пристрою, плазмових гармат для створення форплазми, пристроїв підпалу плазмових гармат. Як джерело електричної енергії використовується імпульсний конденсатор високої питомої енергії та малої власної індуктивності типу КПИМК. Електроди коаксіального магнітоплазмового компресора надягнені безпосередньо на контактні виводи імпульсного конденсатора і зафіксовані гайками. Для формування однорідної плазмової шайби на початковому етапі імпульсного розряду конденсатора використовуються чотири плазмові гармати, що встановлені симетрично на зовнішньому електроді магнітоплазмового компресора.

**UA 104719 U**

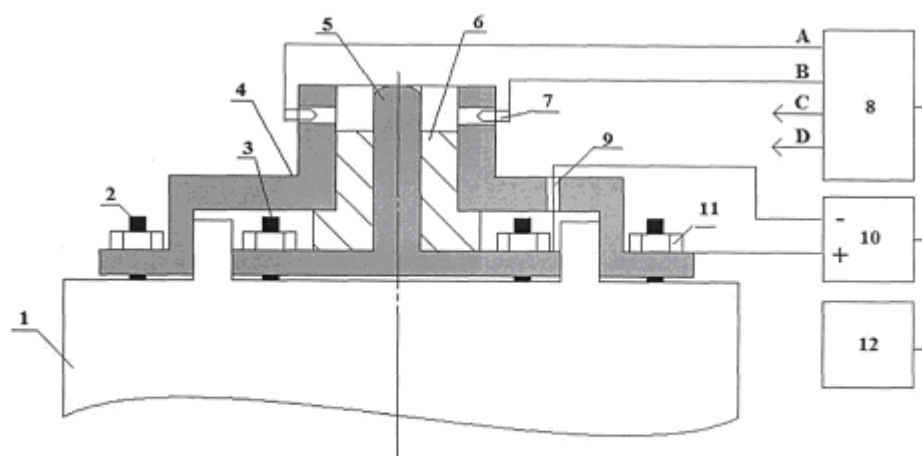


Fig. 1

Корисна модель належить до фізики плазми, а саме до імпульсних джерел ультрафіолетового (УФ) випромінювання на основі магнітоплазмового компресора (МПК), і може бути використана для реалізації стерилізуючої дії на бактерицидну мікрофлору в місцях, де потрібно забезпечити низький рівень бактеріальної заселеності, а саме в медицині,

фармацевтичній, хімічній, харчовій галузях, сільському господарстві тощо.

Відомий побутовий імпульсний стерилізатор для обробки домашнього посуду [Будник В.Н.; Груздев В.А. Бытовой ультрафиолетовый стерилизатор, Патент RU № 2026084, МПК А61L2/10, 09.01.1995]. В його конструкції як джерело УФ-випромінювання використовується імпульсна газорозрядна лампа, яка в процесі обробки поміщається в герметичний об'єм, що перешкоджає надходженню озону в навколишнє середовище. Для більшої ефективності стерилізації, а також виключення неопромінених ділянок поверхні посуду, пропонується імпульсну лампу розміщувати у внутрішню порожнину посуду, що знезаражується. Відзначається, що найбільш ефективним для інактивації клітин мікроорганізмів є випромінювання з довжиною хвилі коротше 280 нм, у зв'язку з чим як наповнення імпульсної лампи пропонується використовувати суміш інертних газів Хе-Аг з вмістом Аг 30-60 % і початковому тиску наповнення суміші 10-100 мм рт. ст.

Недолік даного стерилізатора полягає у використанні в конструкції випромінювача скляного балона, який перешкоджає проходженню найбільш жорсткого короткохвильового ділянки спектра УФ-випромінювання, ніж знижується ефективність антибактеріальної дії стерилізатора. Крім цього, ерозія електродів лампи в результаті сильнострумового розряду призводить до напилення парів металу на внутрішній поверхні скляного балона лампи, що призводить до поглинання випромінювання, що поширюється, причому ефект поглинання збільшується в процесі експлуатації лампи.

Відомий імпульсний стерилізатор на основі магнітоплазмового компресора [Шостко О.С., Шостко И.С., Лонин Ю.Ф., Шостко С.Н., Горобец Н.Н., Чумаков В.И., Дубровская Н.Н. Эффекты бактерицидного действия импульсного УФ-излучения большой интенсивности // Радиотехника. Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 1997. - Вып. 104. - С. 188-191]. Як джерело УФ-випромінювання в даному випадку використовується коаксіальний МПК компресор торцевого типу, збуджуваний розрядом двох послідовно включених конденсаторів. При цьому на виході в результаті ефекту Z-пінча формується область ударно стисної плазми, що має назву "плазмовий фокус" і є джерелом широкопasmового оптичного випромінювання. Спрацьовування МПК здійснюється у відкритій атмосфері без використання скляного балона.

Недоліком даного пристрою є суттєве обмеження струму, а отже, і потужності випромінювання внутрішнім активно-індуктивним опором послідовно включених конденсаторів, а також індуктивним опором з'єднувальних провідників сильнострумового розрядного кола.

Відома плазмодинамічна лампа на основі зустрічних плазмових потоків, що генеруються в кварцовій трубі розташованими на її кінцях двома ідентичними МПК [Камруков А.С., Козлов Н.П., Овчинников П.А., Теленков И.И. Мощная безмагнитная плазмодинамическая лампа на основе кумулятивного МПК-разряда // ТВТ, 1990, т.28, № 2, с. 380-386]. Як енергетичне джерело в даному пристрої використовуються батареї імпульсних конденсаторів. Підвищення ефективності випромінювання даного пристрою забезпечувалось використанням конструкційних матеріалів МПК, придатних до роботи в електророзрядних системах плазмоерозійного типу в імпульсно-періодичних режимах.

Недоліки даного пристрою пов'язані, в першу чергу, з використанням випромінювача у вигляді плазмового розряду, замкненого в об'ємі кварцової труби, яка швидко напилюється продуктами ерозії електродів МПК, що призводить до поглинання випромінювання, а також малий ресурс роботи, оскільки кварцова труба не витримує механічних навантажень при роботі випромінювача в режимі надпотужних електричних імпульсів. Крім цього, струм і потужність випромінювання обмежуються індуктивністю з'єднань та контактними опорами у конденсаторній батареї енергетичного джерела лампи.

Найбільш близьким до пристрою, який заявляється, по технічній суті і результату, що досягається, є джерело потужного імпульсного УФ-випромінювання, яке розглядається в роботі [Волколупов Ю.Я., Красноголовец М.А., Острижной М.А., Нестеренко В.Г., Харченко О.И., Чумаков В.И. Некоторые результаты визуальных исследований излучения магнитоплазменного компрессора в атмосфере // Журнал технической физики. 2001, том 71, вып.8. - С. 112-116]. В даному пристрої ємнісний накопичувач, що складається з батареї імпульсних конденсаторів, скомутовано за допомогою металевих листів, накладених на електроди конденсаторів. Електроди МПК, використовуваного як УФ-випромінювача, підключені безпосередньо до металевих листів. Така конструкція дозволяє зменшити паразитну індуктивність монтажу та підвищити розрядний струм і потужність випромінювання. Крім цього, в даній конструкції разом

із батареєю накопичувальних конденсаторів використовуються малоіндуктивні форсуючі конденсатори малої ємності, які включаються безпосередньо між металевими листами і забезпечують підтримання струму розряду на початковому етапі формування плазмової шайби на виході МПК. Запуск пристрою здійснюється за допомогою плазмової гармати крізь отвори у

5

центральному електроді МПК.  
Недолік даного пристрою обумовлений наявністю залишкової паразитної індуктивності з'єднувальних листів, які зв'язують батарею накопичувальних конденсаторів, що призводить до зниження струму. Крім цього, істотно обмежується струм розряду в результаті втрат в контактах підключення конденсаторів до листів, а отвори в центральному електроді швидко

10

заплавлятимуться продуктами ерозії електрода, що ставить перешкоду процесу формування однорідної по колу плазмової шайби на початковому етапі розряду та знижуватиме ефективність випромінювання.

Технічною задачею пристрою, який заявляється, є підвищення ефективності бактерицидної дії УФ-випромінювання МПК за рахунок збільшення імпульсної потужності джерела і зниження інтегральної енергетичної дози випромінювання шляхом реалізації схеми сильнострумowego розрядного кола джерела енергії, що цілком виключає з'єднувальні провідники, які створюють додаткову паразитну індуктивність і обмежують величину розрядного струму.

15

Технічний результат - підвищення вихідного струму і потужності УФ-випромінювання досягається повним виключенням паразитної індуктивності комутаційних з'єднань з сильнострумowego кола розряду і забезпеченням розвиненої системи з'єднання електродів МПК з електродами накопичувального конденсатора енергетичного джерела. Для цього як ємнісне джерело електричної енергії використовується імпульсний конденсатор високої питомої енергії та малої власної індуктивності типу КПИМК з електродами коаксіальної конструкції, безпосередньо на які надягаються електроди МПК і закріплюються гайками. Розвинена електродна система конденсатора налічує 12 виводів на зовнішньому та 6 виводів на внутрішньому електродах, що значно зменшує втрати на контактному опорі. Таким чином електроди МПК стають фізичним продовженням електродів конденсатора, чим забезпечується основна перевага коаксіальної конструкції - мінімальна індуктивність системи. Власна індуктивність конденсатора не перевищує 10 нГн, а розрядний струм становить 600 кА, чим

20

25

30

35

обумовлюється висока потужність в навантаженні. Одночасне використання чотирьох плазмових гармат, розташованих симетрично по колу зовнішнього електрода МПК, дозволяє сформуванню однорідну плазмову шайбу в міжелектродному зазорі на початковому етапі розряду. Безпосередній розряд МПК у відкритій атмосфері дозволяє зберегти в спектрі випромінювання складові ділянки жорсткого УФ-випромінювання, які мають найбільш високу бактерицидну дію.

Суть корисної моделі і принцип її реалізації пояснюються наступним кресленням (фіг. 1).

Коаксіальний конденсатор КПИМК у діелектричному пропіленовому корпусі 1, на зовнішню 2 та

40

внутрішню 3 електродні системи якого надягнені коаксіальні електроди МПК, відповідно, зовнішній 4 і внутрішній 5. Електроди МПК розділені діелектричною втулкою з

плазмоутворюючого діелектрика 6. На зовнішньому електроді МПК симетрично розташовані

чотири плазмові гармати 7, які збуджуються імпульсами відповідно А, В, С, D від блока

формування імпульсів фор-плазми 8. Зарядна напруга на конденсатор подається через отвір в

електроді МПК 9 від джерела напруги 10. Електроди МПК зафіксовані до електродів

конденсатора гайками 11. Блок 12 здійснює функції керування роботою стерилізатора,

45

реалізацію вибраного режиму, захист від перезаряду конденсатора, контроль напруги тощо.

Робота пристрою здійснюється у такий спосіб. Накопичувальний конденсатор 1

заряджається до напруги  $U_0$  від джерела напруги 10. Після цього спрацьовує блок 8, який

формує імпульси підпалу, що одночасно подаються на плазмові гармати 7. Виникає пробій

проміжку між електродами МПК 4 і 5, через який починає протікати струм розряду

50

накопичувальної ємності 1. В результаті скрейлінгу поверхні діелектричної втулки 6 формується

плазмова шайба, яка витискується силами магнітного тиску струму розряду і створює струмово-

плазмову оболонку над торцем МПК, через яку протікає струм розряду. Аксіальне магнітне

поле, що створюється потоком заряджених частинок над внутрішнім електродом МПК 5, стискає

потік, в результаті чого створюється область нестійкості - "плазмовий фокус", який власне і є

55

джерелом УФ-випромінювання. Після розряду накопичувального конденсатора 1 процес

повторюється знову. Кількість імпульсів опромінення, їхня частота, автоматичний або ручний

режим їх формування встановлюється оператором за допомогою блока керування 12.

Технічний результат підтверджується наступними аналітичними викладками. Вираз для

струму в навантаженні МПК отримують в результаті аналізу процесу розряду ємності,

60

попередньо зарядженої до напруги  $U_0$ , у послідовному коливальному контурі після замикання

ключа К (фіг. 2). Параметри кола L, R, C передбачаються сталими, тому вираз для струму отримується як результат розв'язання лінійного диференціального рівняння для близького до критичного коливального режиму в контурі, який зазвичай має місце на практиці:

$$L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i = 0, \quad (1)$$

у вигляді

$$i = \frac{U_0}{\omega_0 L} e^{-\delta t} \sin \omega_0 t. \quad (2)$$

Звідси випливає необхідність зниження індуктивності розрядного контуру для збільшення струму. Тут позначено  $\delta = R/2L$  - загасання контуру,  $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$  - частота власних коливань.

В основі антибактеріальної ефективності саме імпульсного випромінювання лежить ефект зниження інтегральної енергетичної дози, потрібної для реалізації бактерицидного ефекту, при підвищенні потужності випромінювання [Лонин Ю.Ф., Егоров А.М., Лонин А.Ю. Чумаков В.И. Воздействие неионизирующего ЭМИ на медико-биологические объекты // Прикладная радиоэлектроника, 2004, вып.5. - С. 2-9]. У дослідженнях ефективності бактерицидної дії імпульсного джерела в роботі [Pulse high-power antibacterial irradiator / O.S.Shostko, I.S.Shostko, Yu.F.Lonin, S.N.Shostko, Yu.L.Novosyolov, V.I. Chumakov I First International Symposium in Nonthermal Medical/Biological Treatment Using Electromagnetic Fields and Ionized Gases, ElectroMed99, Norfolk, Virginia, USA, 11-14 April, 1999, Symposium Record Abstracts, p. 96] отримано експериментальну залежність залишкового значення колоній бактерій після опромінення імпульсами УФ-випромінювання від величини енергетичної дози опромінення W. Аналітичний вигляд залежності апроксимується виразом:

$$\frac{N_1 - N_2}{N_1} = \frac{A}{1 - e^{-\frac{W}{W_0}}}, \quad (3)$$

де A - величина, що визначається потужністю джерела випромінювання (із зростанням потужності величина A різко зменшується);  $N_1$  - початкова кількість колоній бактерій,  $N_2$  - кінцева кількість колоній бактерій,  $W_0$  - порогова енергетична стійкість даного виду мікроорганізмів до дії УФ-випромінювання. Якщо енергетична доза одного імпульсу становить  $W_1$ , то енергетична доза дії n імпульсів дорівнює  $W = nW_1$ .

Підвищення миттєвої потужності поодиноким імпульсом випромінювання  $p_1(t)$  тривалістю  $\tau$  призводить як до зменшення параметра A, так і зростання величини:

$$W_1 = \int_0^{\tau} p_1(t) dt, \quad (4)$$

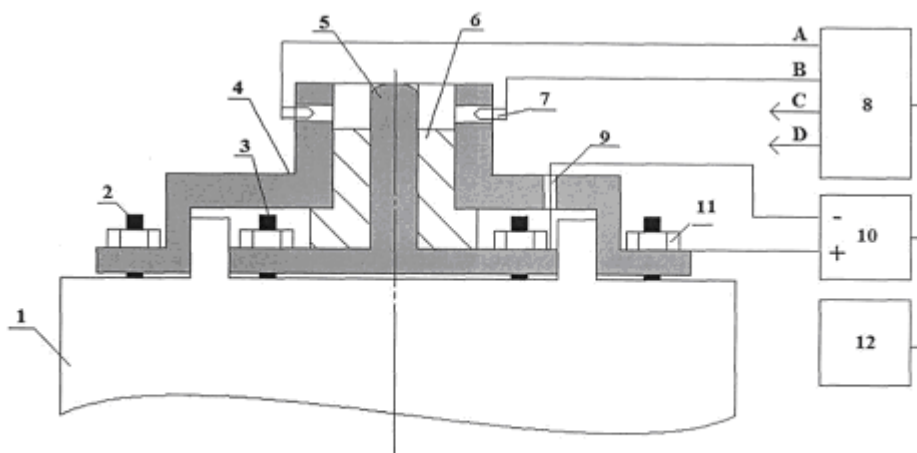
внаслідок чого накопичення необхідної для стерилізації енергетичної дози, і відповідно зниження залишкового числа колоній бактерій після опромінення  $N_1 - N_2$ , здійснюється меншою кількістю імпульсів, тобто за більш короткий час.

Слід відзначити додаткову позитивну характеристику пристрою, який заявляється. Високовольтний розряд в атмосфері, що збуджується під час спрацювання МПК, супроводжується напрацюванням озону, який є додатковим стерилізуючим чинником, посилюючим ефект бактерицидної дії стерилізатора.

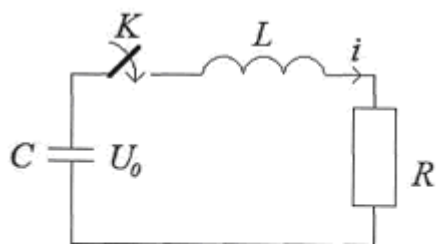
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Імпульсний стерилізатор, виконаний на основі торцевого коаксіального магнітоплазмового компресора, що складається з коаксіальних електродів, розділених діелектричною втулкою з плазмоутворюючого діелектрика, ємнісного імпульсного джерела електричної енергії, зарядного пристрою, плазмових гармат для створення форплазми, пристроїв підпалу плазмових гармат, який **відрізняється** тим, що з метою виключення паразитної індуктивності з'єднувальних провідників сильнострумове розрядного кола як джерело електричної енергії використовується імпульсний конденсатор високої питомої енергії та малої власної

- індуктивності типу КПИМК, електроди коаксіального магнітоплазмового компресора надягнені безпосередньо на контактні виводи імпульсного конденсатора і зафіксовані гайками, а для формування однорідної плазмової шайби на початковому етапі імпульсного розряду конденсатора використовуються чотири плазмові гармати, що встановлені симетрично на зовнішньому електроді магнітоплазмового компресора.
- 5



Фіг. 1



Фіг. 2

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