

УКРАЇНА



# ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 117709

СПОСІБ БАКТЕРИЦИДНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.07.2017.

Директор департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України

В.О. Жалдак



(19) UA

(51) МПК  
C02F 1/46 (2006.01)  
A61L 2/14 (2006.01)

(21) Номер заявки: u 2016 12631  
(22) Дата подання заявки: 12.12.2016  
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.07.2017  
(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: 10.07.2017, Бюл. № 13

(72) Винахідники:  
Таран Анатолій Олексійович, UA,  
Кислицин Олександр Петрович, UA,  
Комозинський Петро Адамович, UA,  
Охрімівський Андрій Михайлович, UA,  
Таран Світлана Григорівна, UA,  
Філімонова Наталія Ігорівна, UA,  
Лесной Віктор Олександрович, UA,  
Оранська Дар'я Анатоліївна, UA

(73) Власники:  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ",  
вул. Чкалова, 17, м. Харків, 61070, Україна, UA,  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,  
вул. Пушкінська, 53, м. Харків, 61002, UA

(54) Назва корисної моделі:

**СПОСІБ БАКТЕРИЦИДНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ**

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб бактерицидної обробки води імпульсними плазмовими розрядами над поверхнею рідини, в якому одним із електродів (катодом) слугує поверхневий шар рідини, який відрізняється тим, що використовують біполярні імпульси високої напруги поміж металевим електродом (вістряем) і шаром рідини.

# ПАТЕНТ

## НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 117709

### СПОСІБ БАКТЕРИЦИДНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.07.2017.

Директор департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України

 В.О. Жалдак





Корисна модель належить до природоохоронної галузі, а саме до способів очистки стічних та природних вод від мікроорганізмів, і може бути використана як спосіб знищення мікробних популяцій (бактерицидної дії) у воді.

5 Існує достатньо багато методів для вилучення небезпечних для здоров'я хімічних сполук та мікроорганізмів із води: окислення озоном, опромінення високоенергетичними електронами, абсорбція вуглецем та інші. Відносно новий метод знезараження води використовує електричні розряди безпосередньо в воді, які одержують при використанні імпульсної високої напруги (M. Dors. Plasma water treatment. - 2011. - 91 p. Режим доступу: [www.plastep.eu/fileadmin/dateien/Events/2011/110725\\_Summer\\_School/Plasma\\_water\\_treatment.pdf](http://www.plastep.eu/fileadmin/dateien/Events/2011/110725_Summer_School/Plasma_water_treatment.pdf)).

10 Серед способів плазмової обробки води існують такі, що використовують плазмові розряди не тільки в воді, але і над її поверхнею.

Найближчим аналогом є спосіб знезараження води, який включає обробку рідини високовольтним імпульсним розрядом, що утворюється над її поверхнею, і як один з електродів використовується поверхневий шар рідини (А.С. 1011545, МКИ С02F 1/46, 15.04.83. Бюл. № 14). В цьому способі використовують імпульсні розряди з однополярною напругою від 100 до 500 кВ і частотою слідування імпульсів від 10 до 430 Гц для обробки шару рідини завтовшки (1...5) мм. Цим способом повністю знезаражувалась вода від мікроорганізмів, максимальна концентрація яких складала  $10^6$  КУО/мл. Однак в описі цього способу не наведено, який із електродів був катодом чи анодом.

20 Цей же самий спосіб було використано для очищення води від органічних забруднень (фенолів), коли як катод (негативний електрод) використовувалась вода, а напруга однополярних імпульсів досягала значень 14 кВ при частоті слідування імпульсів 20 Гц (K. Satoh, H. Itoh. Decomposition of pollutants in water by pulsed-discharge plasma and the clarification of the decomposition process /Proc. XXth Int. Conf. on Gas Discharges and their Applications. - 2014. - Vol. 1. - P. 31/475-38/475. - [6th-11<sup>th</sup> July, 2014, Orleans, France]. - Режим доступу: <https://gd2014.sciencesconf.org/39276/document>).

25 Деструкція біологічних об'єктів (мікроорганізмів) відбувається під час плазмових розрядів над поверхнею рідини за рахунок дії на бактерії негативних та позитивних іонів, а також вільних радикалів, що виникають як в повітрі (парогазовій фазі) над поверхнею рідини, так і безпосередньо в самій рідині. До негативних іонів відносяться іони:  $O^-$ ,  $O_2^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ;  $NO_3^-$ ,  $OH^-$ ; до позитивних:  $O^+$ ,  $O_2^+$ ,  $N^+$ ,  $N_2^+$ ,  $H^+$ ; до радикалів:  $O^\cdot$ ,  $OH^\cdot$ ,  $H^\cdot$ . Окрім цього, бактерицидною дією характеризуються такі хімічні сполуки, як перекис водню  $H_2O_2$ , озон  $O_3$ , які також виникають в процесах плазмових розрядів.

30 При використанні плазмової обробки води для дезінфекції від бактеріальних забруднень переліченими вище методами вдалося повністю очистити воду при максимальних концентраціях бактерій ( $10^3...10^6$ ) КУО/мл. Однак в стічних водах забруднення, наприклад, кишковою паличкою може досягати значень  $10^8$  КУО/мл та більше.

35 В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу бактерицидної обробки води імпульсними плазмовими розрядами над поверхнею рідини з метою підвищення ефективності обробки і який можна застосовувати для знезараження дуже забруднених стічних вод.

40 Поставлена задача вирішується тим, що у способі бактерицидної обробки води, в якому одним із електродів (катодом) слугує поверхневий шар рідини, згідно з корисною моделлю, для утворення плазмових розрядів над поверхнею рідини використовують біполярні імпульси високої напруги між металевим електродам (вістрям) і шаром рідини, що слугує катодом (негативним електродом). При використанні біполярних імпульсів високої напруги із парогазової фази в рідину надходять як негативні, так і позитивні іони протягом всього часу запалювання розряду, що априорі приводить до зменшення контамінації бактеріальних забруднень.

45 Спосіб бактерицидної обробки води імпульсними плазмовими розрядами над поверхнею рідини здійснюють таким чином.

50 Обробку води здійснюють за допомогою експериментальної установки, блок-схема якої зображена на Фіг. 1. Рідину 1 наливають в кювету 2 із фторопласта, що має форму циліндричної посудини із внутрішнім діаметром 90 мм і глибиною 15 мм. По центру кювети над водою розташовують високовольтний електрод 3 у вигляді загостреного стрижня, виготовленого з нержавіючої сталі. Проміжок між електродом і рідиною можна змінювати в межах від 0 до 40 мм. Плоский електрод 4 з нержавіючої сталі, у вигляді диска, розташовують на дні кювети.

55 Джерелом живлення слугує імпульсний генератор 5, що виробляє високовольтні біполярні імпульси з максимальною амплітудою в момент подання напруги понад 200 кВ. Генератор

являє собою високовольтний трансформатор, підключений до джерела сталої напруги з параметрами виходу по напрузі ( $14 \pm 1$ ) В та по струму ( $2 \pm 0,1$ ) А через електронний ключ (на Фіг. 1 не показано). Біполярний струм в момент подання напруги досягає амплітудних значень, більших ніж 3 А. Генератор дозволяє змінювати частоту слідування імпульсів в межах від 70 до 500 Гц.

Спад напруги на розрядному проміжку вимірюють за допомогою омичного подільника напруги 6 з коефіцієнтом поділу, що дорівнює 5800, а силу струму в розряді вимірюють за допомогою шунта 7 ( $R_{ш}=10$  Ом).

Параметри розряду, такі як напруга й струм, фіксують двопробним осцилографом RIGOL DS 1204B 8 з функцією запам'ятовування.

Біполярні форми імпульсу напруги та струму під час підпалу розряду при товщині водяного шару 15 мм та відстані від поверхні води до вістря 5 мм зображено на Фіг. 2.

Знакозмінний сигнал продовжується протягом близько 100 наносекунд.

Саме протягом цього часу і відбуваються основні процеси, що забезпечують руйнацію біологічно небезпечних домішок у воді та її очистку. Іони обох знаків, які утворилися під час високовольтних імпульсів, прискорюються електричним полем та потрапляють в рідину. Під дією цих іонів, а також вільних радикалів і відбувається покращене руйнування мікробних компонентів, що містяться у воді.

Після припинення біполярних осциляцій сила струму в розрядному проміжку зменшується за залежністю, близькою до лінійної, залишаючись одного знаку (див. Фіг. 3). Максимальне значення різниці потенціалів між електродами в розрядному проміжку при використанні як катода рідини становить ( $400 \pm 50$ ) В, а середнє значення сили струму безпосередньо в розряді після його запалювання дорівнює ( $6 \dots 10$ ) мА.

При використанні способу обробки води, що пропонується, споживана потужність складає ( $29 \dots 30$ ) Вт, а корисна потужність - 3,5 Вт.

Для підтвердження можливості здійснення результату було проведено мікробіологічний скринінг зразків води, що містять мікробні компоненти.

Мікробіологічний скринінг був спрямований на кількісне визначення ступеня контамінації досліджуваного зразка до і після застосування способу бактерицидної обробки води, що пропонується.

Як мікробіологічні моделі використані референс-штами *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 і *Escherichia coli* ATCC 8739. Концентрацію мікроорганізмів в суспензії визначали за допомогою стандарту МакФарланда. Кінцеві посівні дози тестових мікроорганізмів складали  $1,5 \cdot 10^8$  КУО/мл.

Визначення впливу нового засобу дезінфекції на мікробні популяції проводили методом секторних посівів. Платиновою петлею, діаметром 2 мм, ємністю 0,005 мл, проводять посів досліджуваного матеріалу (30...40 штрихів) на сектор А чашки Петрі з простим живильним агаром. Після цього петлю пропалюють і роблять 4 штрихових посіви з сектора А в сектор І і аналогічним чином - з сектора І в ІІ і з ІІ в ІІІ. Чашки інкубують при 37 °С протягом 18...24 годин, після чого підраховують число колоній, що виростили в різних секторах. Визначення ступеня контамінації за кількістю виділених колоній здійснюють за Таблицею 1.

Таблиця 1

Кількість колоній в секторі А	Кількість колоній в секторах			Кількість бактерій в 1 мл зразка
	I	II	III	
1...6	-	-	-	менш 1000
8...20	-	-	-	3000
20...30	-	-	-	5000
30...60	-	-	-	10000
70...80	-	-	-	50000
100...150	5...10	-	-	100000
суцільн. ріст	20...30	-	-	500000
суцільн. ріст	40...60	-	-	1 млн
суцільн. ріст	100...140	10...20	-	5 млн
суцільн. ріст	суцільн. ріст	3040	-	10 млн
суцільн. ріст	суцільн. ріст	60...80	одиначні колонії	100 млн

При використанні способу обробки води, що пропонується, час обробки складає 15 та 30 хвилин.

являє собою високовольтний трансформатор, підключений до джерела сталої напруги з параметрами виходу по напрузі  $(14 \pm 1)$  В та по струму  $(2 \pm 0,1)$  А через електронний ключ (на Фіг. 1 не показано). Біполярний струм в момент подання напруги досягає амплітудних значень, більших ніж 3 А. Генератор дозволяє змінювати частоту слідування імпульсів в межах від 70 до 500 Гц.

Спад напруги на розрядному проміжку вимірюють за допомогою омичного подільника напруги 6 з коефіцієнтом поділу, що дорівнює 5800, а силу струму в розряді вимірюють за допомогою шунта 7 ( $R_{ш}=10$  Ом).

Параметри розряду, такі як напруга й струм, фіксують двопробним осцилографом RIGOL DS 1204B 8 з функцією запам'ятовування.

Біполярні форми імпульсу напруги та струму під час підпалу розряду при товщині водяного шару 15 мм та відстані від поверхні води до вістря 5 мм зображено на Фіг. 2.

Знакозмінний сигнал продовжується протягом близько 100 наносекунд.

Саме протягом цього часу і відбуваються основні процеси, що забезпечують руйнацію біологічно небезпечних домішок у воді та її очистку. Іони обох знаків, які утворилися під час високовольтних імпульсів, прискорюються електричним полем та потрапляють в рідину. Під дією цих іонів, а також вільних радикалів і відбувається покращене руйнування мікробних компонентів, що містяться у воді.

Після припинення біполярних осциляцій сила струму в розрядному проміжку зменшується за залежністю, близькою до лінійної, залишаючись одного знаку (див. Фіг. 3). Максимальне значення різниці потенціалів між електродами в розрядному проміжку при використанні як катода рідини становить  $(400 \pm 50)$  В, а середнє значення сили струму безпосередньо в розряді після його запалювання дорівнює  $(6 \dots 10)$  мА.

При використанні способу обробки води, що пропонується, споживана потужність складає  $(29 \dots 30)$  Вт, а корисна потужність - 3,5 Вт.

Для підтвердження можливості здійснення результату було проведено мікробіологічний скринінг зразків води, що містять мікробні компоненти.

Мікробіологічний скринінг був спрямований на кількісне визначення ступеня контамінації досліджуваного зразка до і після застосування способу бактерицидної обробки води, що пропонується.

Як мікробіологічні моделі використані референс-штами *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 і *Escherichia coli* ATCC 8739. Концентрацію мікроорганізмів в суспензії визначали за допомогою стандарту МакФарланда. Кінцеві посівні дози тестових мікроорганізмів складала  $1,5 \cdot 10^8$  КУО/мл.

Визначення впливу нового засобу дезінфекції на мікробні популяції проводили методом секторних посівів. Платиновою петлею, діаметром 2 мм, ємністю 0,005 мл, проводять посів досліджуваного матеріалу (30...40 штрихів) на сектор А чашки Петрі з простим живильним агаром. Після цього петлю пропалюють і роблять 4 штрихових посіви з сектора А в сектор I і аналогічним чином - з сектора I в II і з II в III. Чашки інкубують при 37 °С протягом 18...24 годин, після чого підраховують число колоній, що виростили в різних секторах. Визначення ступеня контамінації за кількістю виділених колоній здійснюють за Таблицею 1.

Таблиця 1

Кількість колоній в секторі А	Кількість колоній в секторах			Кількість бактерій в 1 мл зразка
	I	II	III	
1...6	-	-	-	менш 1000
8...20	-	-	-	3000
20...30	-	-	-	5000
30...60	-	-	-	10000
70...80	-	-	-	50000
100...150	5...10	-	-	100000
суцільн. ріст	20...30	-	-	500000
суцільн. ріст	40...60	-	-	1 млн
суцільн. ріст	100...140	10...20	-	5 млн
суцільн. ріст	суцільн. ріст	3040	-	10 млн
суцільн. ріст	суцільн. ріст	60...80	одиначні колонії	100 млн

При використанні способу обробки води, що пропонується, час обробки складає 15 та 30 хвилин.



Отримані результати показали, що використання нового способу дезінфекції протягом 15 хвилин супроводжується зменшенням числа мікробних популяцій на 20 % для *S. aureus* та на 13 % для *E. coli*. При обробці зразків запропонованим способом протягом 30 хвилин реєструвалася 100 % загибель грампозитивних та грамнегативних мікроорганізмів (Таблиця 2)

5

Таблиця 2

Тест-штами	Час обробки, хвилини	КУО/мл
<i>S. aureus</i>	0	$1,5 \cdot 10^8$
	15	$1,2 \cdot 10^8$
	30	0
<i>E. coli</i>	0	$1,5 \cdot 10^8$
	15	$1,3 \cdot 10^8$
	30	0

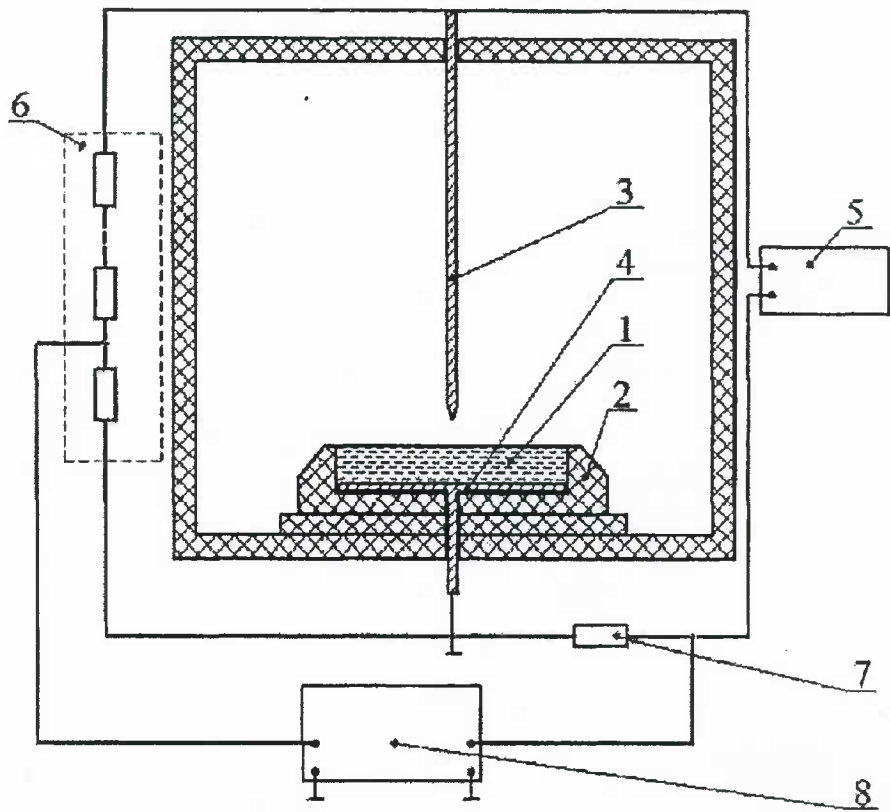
Таким чином, згідно з проведеним скринінгом, встановлено, що застосування нового способу бактерицидної обробки протягом 30 хвилин приводить до повної (100 %) загибелі мікроорганізмів. Враховуючи вищенаведене, слід признати перспективним застосування нового способу за умов експозиції протягом 30 хвилин.

10

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

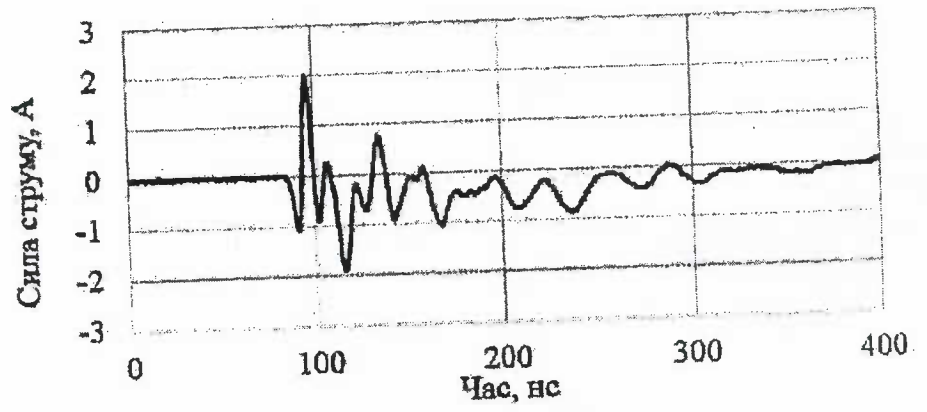
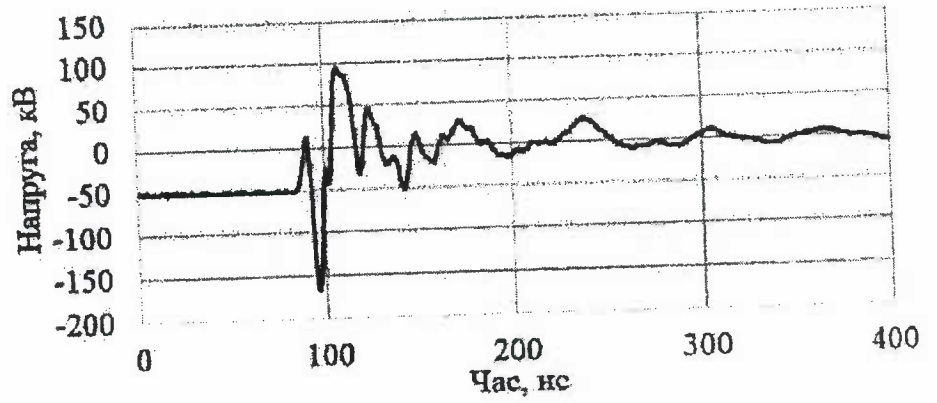
Спосіб бактерицидної обробки води імпульсними плазмовими розрядами над поверхнею рідини, в якому одним із електродів (катодом) слугує поверхневий шар рідини, який відрізняється тим, що використовують біполярні імпульси високої напруги поміж металевим електродом (вістря) і шаром рідини.

15

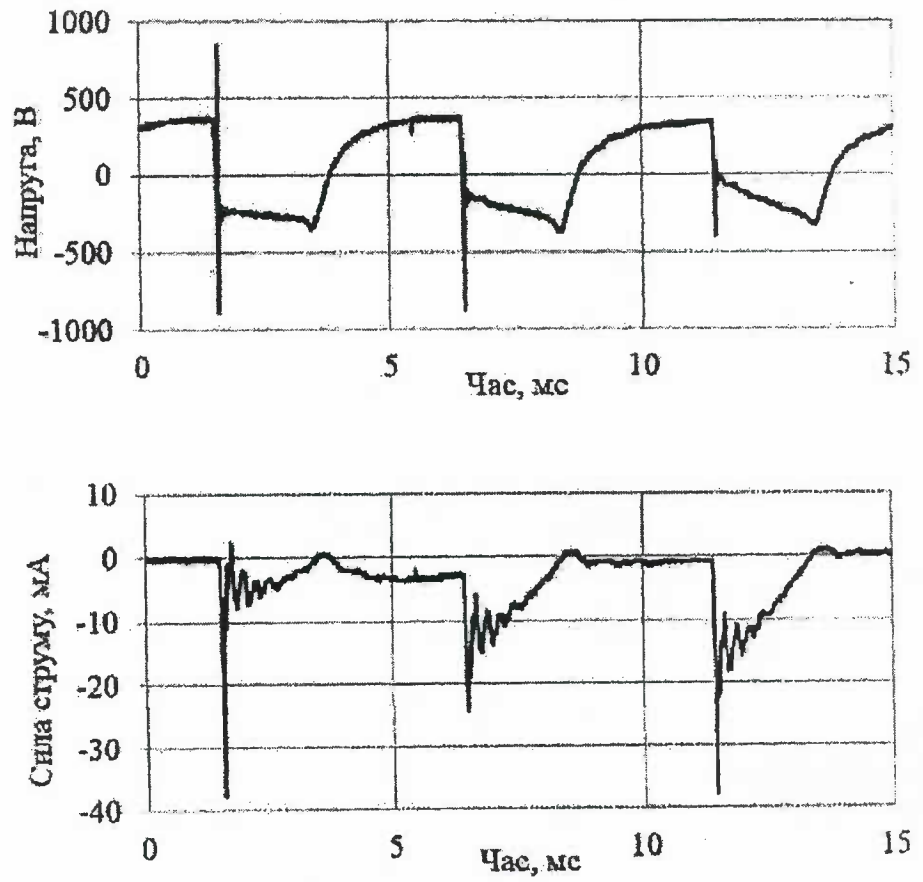


Фиг. 1





Фиг. 2



Фіг. 3

---

Комп'ютерна верстка О. Рябко

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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

(19) UA

(51) МПК  
C02F 1/46 (2006.01)  
A61L 2/14 (2006.01)

(21) Номер заявки: u 2016 12631  
(22) Дата подання заявки: 12.12.2016  
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.07.2017  
(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: 10.07.2017, Бюл. № 13

(72) Винахідники:  
Таран Анатолій Олексійович, UA,  
Кислицин Олександр Петрович, UA,  
Комозинський Петро Адамович, UA,  
Охрімівський Андрій Михайлович, UA,  
Таран Світлана Григорівна, UA,  
Філімонова Наталія Ігорівна, UA,  
Лесной Віктор Олександрович, UA,  
Оранська Дар'я Анатоліївна, UA

(73) Власники:  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ",  
вул. Чкалова, 17, м. Харків, 61070, Україна, UA,  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,  
вул. Пушкінська, 53, м. Харків, 61002, UA

(54) Назва корисної моделі:

**СПОСІБ БАКТЕРИЦИДНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ**

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб бактерицидної обробки води імпульсними плазмовими розрядами над поверхнею рідини, в якому одним із електродів (катодом) слугує поверхневий шар рідини, який відрізняється тим, що використовують біполярні імпульси високої напруги поміж металевим електродом (вістрям) і шаром рідини.



Державне підприємство  
«Український інститут інтелектуальної власності»  
(Укрпатент)

Оригіналом цього документа є електронний документ з відповідними реквізитами, у тому числі з накладеним електронним цифровим підписом уповноваженої особи Міністерства економічного розвитку і торгівлі України та сформованою позначкою часу.

Ідентифікатор електронного документа 3426250717.

Для отримання оригіналу документа необхідно:

1. Зайти до ІДС «Стан діловодства за заявками на винаходи та корисні моделі», яка розташована на сторінці <http://base.uipv.org/searchInvStat/>.
2. Виконати пошук за номером заявки.
3. У розділі «Документи Укрпатенту» поруч з реєстраційним номером документа натиснути кнопку «Завантажити оригінал» та ввести ідентифікатор електронного документа.

Ідентичний за документарною інформацією та реквізитами паперовий примірник цього документа містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Уповноважена особа Укрпатенту



І.Є. Матусевич

10.07.2017

Вх 9920  
21.08.27

131/46



УКРАЇНА

(19) UA (11) 117709 (13) U

(51) МПК

C02F 1/46 (2006.01)

A61L 2/14 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

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

- (21) Номер заявки: **u 2016 12631**
- (22) Дата подання заявки: **12.12.2016**
- (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.07.2017**
- (46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.07.2017, Бюл.№ 13**

- (72) Винахідник(и):  
Таран Анатолій Олексійович (UA),  
Кислицин Олександр Петрович (UA),  
Комозинський Петро Адамович (UA),  
Охрімівський Андрій Михайлович (UA),  
Таран Світлана Григорівна (UA),  
Філімонова Наталія Ігорівна (UA),  
Лесной Віктор Олександрович (UA),  
Оранська Дар'я Анатоліївна (UA)

- (73) Власник(и):  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.С. ЖУКОВСЬКОГО  
"ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ",  
вул. Чкалова, 17, м. Харків, 61070, Україна  
(UA),  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ,  
вул. Пушкінська, 53, м. Харків, 61002 (UA)

**(54) СПОСІБ БАКТЕРИЦИДНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ**

(57) Реферат:

Спосіб бактерицидної обробки води імпульсними плазмовими розрядами над поверхнею рідини, в якому одним із електродів (катодом) слугує поверхневий шар рідини. Використовують біполярні імпульси високої напруги між металевим електродом (вістряем) і шаром рідини.

UA 117709 U