



(51) МПК  
*C02F 1/30* (2006.01)  
*A23L 2/50* (2006.01)  
*B01J 19/08* (2006.01)  
*C02F 103/04* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: **2008114162/15, 15.04.2008**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**15.04.2008**

(45) Опубликовано: **20.06.2009** Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2235688 C2, 10.09.2004. RU 2281953 C1, 20.08.2006. US 4104204 A, 01.08.1978. US 2004/0055965 A1, 25.03.2004. JP 09-292710 A, 11.11.1997. GB 1519736 A, 02.08.1978.**

Адрес для переписки:  
**123995, Москва, ГСП-5, ул. Б. Садовая, 1, корп.4, ФГУП "ГНЦ "НИОПИК"**

(72) Автор(ы):

**Кузнецова Нина Александровна (RU),  
 Сливка Людмила Константиновна (RU),  
 Плешков Георгий Михайлович (RU),  
 Макаров Дмитрий Александрович (RU),  
 Шутеев Сергей Александрович (RU),  
 Юсупалиев Усен (RU),  
 Алексеева Вера Ивановна (RU),  
 Маринина Любовь Егоровна (RU),  
 Каля Олег Леонидович (RU),  
 Лукьянец Евгений Антонович (RU),  
 Ворожцов Георгий Николаевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное Государственное унитарное предприятие "Государственный научный центр "Научно-исследовательский институт органических полупродуктов и красителей" (ФГУП "ГНЦ "НИОПИК") (RU)**

**(54) СПОСОБ ФОТООБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области фотообеззараживания воды с использованием катионных сенсбилизаторов и может быть применено для получения питьевой воды. Способ включает использование соли профлавина с органической кислотой в качестве сенсбилизатора при концентрации 0,25-2,0 мг/л

при световой дозе 200-3000 Дж/л в спектральном интервале 400-480 нм. В качестве источников излучения используют голубые люминесцентные лампы, голубые светодиоды, солнечную инсоляцию. Изобретение обеспечивает создание экономичного способа очистки воды от бактериального загрязнения при снижении энергозатрат. 3 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

*C02F 1/30* (2006.01)*A23L 2/50* (2006.01)*B01J 19/08* (2006.01)*C02F 103/04* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2008114162/15, 15.04.2008**(24) Effective date for property rights:  
**15.04.2008**(45) Date of publication: **20.06.2009 Bull. 17**

Mail address:

**123995, Moskva, GSP-5, ul. B. Sadovaja, 1, korp.4,  
FGUP "GNTs "NIOPIK"**

(72) Inventor(s):

**Kuznetsova Nina Aleksandrovna (RU),  
Slivka Ljudmila Konstantinovna (RU),  
Pleshkov Georgij Mikhajlovich (RU),  
Makarov Dmitrij Aleksandrovich (RU),  
Shuteev Sergej Aleksandrovich (RU),  
Jusupaliev Usen (RU),  
Alekseeva Vera Ivanovna (RU),  
Marinina Ljubov' Egorovna (RU),  
Kalija Oleg Leonidovich (RU),  
Luk'janets Evgenij Antonovich (RU),  
Vorozhtsov Georgij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe Gosudarstvennoe unitarnoe  
predpriyatje "Gosudarstvennyj nauchnyj tsentr  
"Nauchno-issledovatel'skij institut organicheskikh  
poluproduktov i krasitelej" (FGUP "GNTs  
"NIOPIK") (RU)**

**(54) METHOD OF WATER PHOTOSTERILISATION**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: method includes usage of the proflavine organic salt as sensibilisators at concentration 0.25-2.0 mg/l and photic dose 200-3000 J/l in spectral range 400-480 nm. The blue

luminescent lamps, blue light-emitting diodes and sunlight were used as radiation sources.

EFFECT: creation of economical water photosterilisation method which allows decreasing of power consumption.

4 cl, 9 ex

Настоящее изобретение относится к области фотообеззараживания воды с использованием катионных сенсibilизаторов и может быть применено для получения питьевой воды.

Наиболее известным способом обеззараживания воды является хлорирование [В.П.Подковырков, Е.М.Привен. Водоснабжение и санитарная техника. 2004, №8, ч.1]. Однако хлорирование приводит к образованию токсичных хлорорганических веществ и не обеспечивает надежного обеззараживания устойчивых к хлору вирусов.

Известен способ обеззараживания воды озоном [патент РФ №2109690, кл. C02F 1/32, 1998]. Недостатком способа является его дороговизна, сложность и высокая энергозатратность технологии получения озона, а также высокая токсичность и опасность озона.

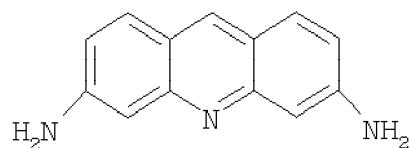
Известен способ обработки бактериально загрязненной воды ультрафиолетовым светом [Ю.И.Скурлатов, Е.В.Штамм. Химия и рынок. 2001. Т.16. №3. С.32-33].

Однако этот метод является энергоемким, требует больших капитальных затрат. Ультрафиолетовое излучение интенсивно поглощается водой и содержащимися в ней растворенными веществами вследствие чего эффективное обеззараживание может быть достигнуто только в тонком слое воды.

Известен способ фотообеззараживания воды с использованием катионных сенсibilизаторов - пиридинометилзамещенных фталоцианинов цинка и алюминия и излучения видимого диапазона. Положительный заряд обеспечивает взаимодействие этих сенсibilизаторов с отрицательно заряженными внешними мембранами микроорганизмов, проникновение в них и эффективную фотодинамическую инактивацию. Для увеличения эффективности использования энергии широкополосных источников света они могут использоваться в составе композиций с красителями акридинового, родаминового или фенотиазинового ряда [патент РФ №2235688, кл. C02F 1/32, 2004] (прототип). Недостатком данного способа является высокая энергозатратность вследствие отсутствия экономичных искусственных источников света на область поглощения пиридинометилзамещенных фталоцианинов цинка и алюминия и высокая эффективная световая доза обеззараживания - около 2000 Дж/л.

Задача изобретения - создание экономичного способа фотообеззараживания воды с использованием катионного сенсibilизатора.

Задача решается тем, что обеззараживание воды сенсibilизатором и излучением видимого диапазона в присутствии кислорода производят с использованием в качестве сенсibilизатора соли профлавина с органической кислотой структурной формулы (1) в концентрации 0.25-2.0 мг/л при световой дозе 200-3000 Дж/л в спектральном интервале 400-480 нм.



.RCOOH

(1)

Задача решается также тем, что в качестве источников излучения видимого диапазона используют голубые люминесцентные лампы.

Задача решается также тем, что в качестве источников излучения видимого диапазона используют голубые светодиоды.

Задача решается также тем, что для облучения используют солнечную инсоляцию.

Известно, что профлавин обладает антибактериальным действием, в частности сульфат профлавина широко использовался для дезинфекции ран во время первой и второй мировой войны [A.C.R.Dean. The Antibacterial Action of Acridines. In "Acridines" Ed. R.M.Acheson. 2-nd Edition. 1973. New-York a.o., Interscience - Wiley. XII - The Chemistry of Heterocyclic Compounds. Vol.9. P.789-814]. В настоящем изобретении обнаружено фотообеззараживающее действие профлавина при использовании его для дезинфекции воды. Соли профлавина с неорганическими кислотами (сульфат, хлорид) обладают недостаточной растворимостью в воде. Профлавин, содержащий в качестве противоиона анион органической кислоты, обладает хорошей растворимостью в воде, что является преимуществом при его использовании в водных средах. Однако на основании известных из литературы сведений нельзя было предсказать фотообеззараживающее действие соли профлавина с органической кислотой. Применение органической соли профлавина в концентрации менее 0.25 мг/л не обеспечивает эффективного обеззараживания, а в концентрации более 2.0 мг/л нецелесообразно из-за необоснованно высокого расхода сенсibiliзатора без существенного повышения эффективности. Снижение световой дозы ниже 200 Дж/л приводит к резкому ухудшению эффективности фотообеззараживания, тогда как ее увеличение свыше 3000 Дж/л нецелесообразно вследствие значительного снижения концентрации органической соли профлавина из-за фотодеструкции и уменьшения эффективности процесса.

Предлагаемое изобретение иллюстрируется нижеприведенными примерами.

Пример 1 (сравнительный по прототипу)

Готовили раствор октакис(пиридиниометил)фталоцианина цинка с концентрацией 3 мг/л в воде с содержанием общих колиформных бактерий ОКБ=900 в 100 мл. До начала облучения раствор инкубировали в течение 1 часа, затем облучали красными светодиодами марки HPWL-BD01, спектр излучения которых совпадает со спектром поглощения октакис(пиридиниометил)фталоцианина цинка. Раствор облучали до световой дозы 450 Дж/л, перемешивая во время облучения барботированием воздуха. После окончания облучения в пробах воды определяли общие колиформные бактерии (ОКБ), для чего микроорганизмы из 100 мл воды высевались на мембранные фильтры, затем инкубировались в термостате при 37°C в течение суток. Подсчитывалось число колоний (КОЕ). Эффективность фотообеззараживания определяли по формуле: Эффективность (%) = 100 \* (ОКБ до обработки - ОКБ после обработки)/(ОКБ до обработки).

Эффективность обеззараживания составила 80%.

Пример 2

Обработку воды производили с использованием сенсibiliзатора профлавин ацетат в концентрации 2 мг/л на установке, отличающейся от описанной в примере 1 тем, что для облучения использовали голубые светодиоды марки WU-14-751BC. Спектр излучения светодиодов WU-14-751 BC (400-480 нм) соответствует поглощению профлавина. При суммарной световой дозе 450 Дж/л эффективность обеззараживания общих колиформных бактерий составила 100% (начальный уровень ОКБ=1300 КОЕ/100 мл).

Пример 3

Отличается от описанного в примере 2 тем, что концентрация профлавина ацетата составляла 1.5 мг/л, а также тем, что облучение производили до световой дозы 200 Дж/л. Эффективность обеззараживания составила 99.6% при начальном уровне

ОКБ=600 КОЕ/100 мл.

#### Пример 4

5 Готовили раствор профлавина ацетата с концентрацией 0.3 мг/л в воде с ОКБ=25 КОЕ/100 мл. До начала облучения раствор инкубировали в течение 0.5 часа, затем помещали в емкость, снабженную погружными голубыми люминесцентными лампами Blue OSRAM 18W/67, спектр излучения которых согласуется со спектром поглощения профлавина, и облучали до суммарной световой дозы 1300 Дж/л. Раствор во время облучения перемешивали и аэрировали барботированием воздуха. 10 После окончания облучения воду анализировали на содержание ОКБ аналогично описанному в примере 1. Эффективность обеззараживания составила 100%.

#### Пример 5

Отличается от описанного в примере 4 тем, что профлавин ацетат использовали в концентрации 1.5 мг/л при световой дозе 3000 Дж/л. Эффективность 15 обеззараживания составила 100% при исходном уровне ОКБ=120 КОЕ/100 мл.

#### Пример 6

В стеклянную емкость объемом 4 л помещали бактериально загрязненную воду, содержащую 1 мг/л профлавина ацетата, и подвергали солнечной инсоляции в 20 течение 1 часа. Слой раствора составлял 7 см. На спектральный диапазон 400-480 нм приходится около 9.6% энергии солнечного света, что за 1 час инсоляции дает световую дозу, поглощенную профлавином, 1500-2000 Дж/л (точную дозу указать невозможно ввиду изменения освещенности во время облучения). Эффективность обеззараживания составила 100% при начальном уровне ОКБ=130 КОЕ/100 мл.

#### Пример 7

В бактериально загрязненную воду с ОКБ=1000 КОЕ/100 мл вводили профлавин ацетат в концентрации 0.25 мг/л, инкубировали 1 час, затем облучали светом галогенной лампы OSRAM мощностью 500 Вт через водяной фильтр, отсекающий 30 тепловое излучение ИК-диапазона. Световая доза, поглощенная профлавином ацетатом, была оценена в 700 Дж/л. Эффективность обеззараживания равнялась 98%.

#### Пример 8

Отличается от описанного в примере 7 тем, что в качестве сенсibilизатора использовали профлавин формат в концентрации 0.5 мг/л. Начальный уровень ОКБ 35 составлял 11 КОЕ/100 мл, эффективность обеззараживания равнялась 100%.

#### Пример 9 (сравнительный)

Отличается от примера 8 тем, что облучение не производили. Эффективность 40 обеззараживания составила 30%.

Примеры 2-8 демонстрируют 100%-ную или близкую к ней эффективность применения для фотодинамического обеззараживания общих колиформных бактерий соли профлавина с органической кислотой в концентрациях 0.25-2.0 мг/л при дозе поглощенного света 200-3000 Дж/л. Пример 2 показывает, что при световой дозе 450 Дж/л в случае профлавина ацетата было достигнуто 100%-ное 45 обеззараживание общих колиформных бактерий, тогда как в случае октакис(пиридиниометил)фталоцианина цинка при такой же световой дозе эффективность обеззараживания составила только 80% (пример 1). Таким образом, эффективная световая доза в случае фотообеззараживания с использованием профлавина ниже, чем для прототипа. Она оценена в 200 Дж/л (для прототипа - на 50 порядок больше). Из сопоставления примеров 8 и 9 следует, что облучение повышает бактерицидный эффект соли профлавина с органической кислотой.

Использование предлагаемого способа обеззараживания воды совместно с

применением известных приемов очистки воды позволит получать воду, удовлетворяющую требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

#### Формула изобретения

- 5 1. Способ фотообеззараживания воды с использованием сенсibilизатора катионного типа и излучения видимого диапазона в присутствии кислорода, отличающийся тем, что в качестве сенсibilизатора используют соль профлавина - профлавин ацетат или профлавин формиат при их концентрации 0,25-2,0 мг/л при  
10 световой дозе 200-3000 Дж/л в спектральном интервале 400-480 нм.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве источников излучения видимого диапазона используют голубые люминесцентные лампы.
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве источников излучения видимого диапазона используют голубые светодиоды.
- 15 4. Способ по п.1, отличающийся тем, что для облучения используют солнечную инсоляцию.

20

25

30

35

40

45

50