РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 394 772** (13) **C2**

(51) МПК
C02F 1/32 (2006.01)
C02F 1/72 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2008117101/15, 05.05.2008**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.05.2008

(43) Дата публикации заявки: **10.11.2009**

(45) Опубликовано: **20.07.2010** Бюл. № **20**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2273914 C1, 10.04.2006. RU 2117517 C1, 20.08.1998. SU 1587011 A1, 23.08.1990. US 6932947 B2, 23.08.2005.**

Адрес для переписки:
142432, Московская обл., г.Черноголовка, пр-кт академика Семенова, 1, директору ИПХФ РАН, академику С.М.Алдошину

(72) Автор(ы):
Алдошин Сергей Михайлович (RU),
Балихин Игорь Львович (RU),
Берестенко Виктор Иванович (RU),
Домашнев Игорь Анатольевич (RU),
Кабачков Евгений Николаевич (RU),
Куркин Евгений Николаевич (RU),
Троицкий Владимир Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Некоммерческая организация Учреждение Институт проблем химической физики Российской академии наук (ИПХФ РАН) (RU),
Научный центр Российской академии наук в Черноголовке (НЦЧ РАН) (RU)

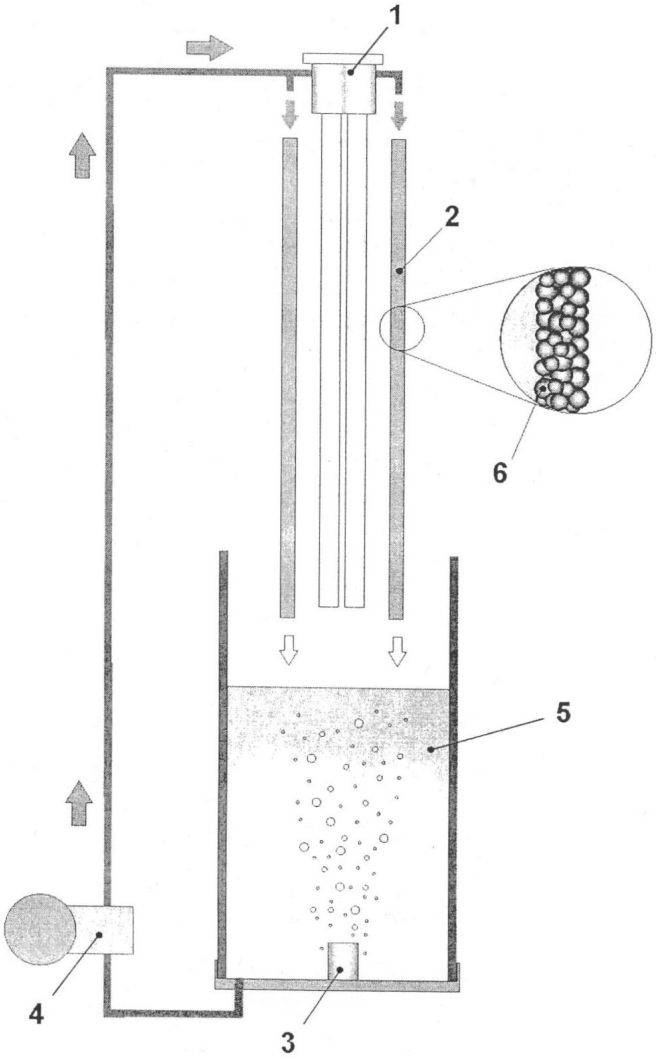
(54) ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области очистки и обеззараживания воды и может быть использовано для очистки сточных вод и получения питьевой воды. Фотокаталитический модуль для очистки воды содержит технологически связанные между собой пористый фотокаталитический реактор (2), выполненный из кварца, стекла, керамики или стеклокерамики, на поверхность которого нанесен нанокристаллический диоксид титана с удельной поверхностью не менее 15 $м^2/г$, и источник ультрафиолетового излучения (1). При этом поры реактора представляют собой многосвязанные регулярные каналы с эффективным диаметром от 0,05 до 1,5 мм. Изобретение позволяет упростить конструкцию фотокаталитического модуля, повысить его производительность и эффективность удаления биоцидных и органических примесей. 6 з.п. ф-лы, 1 ил., 2 табл.

RU 2394772 C2

RU 2394772 C2



RU 2394772 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 394 772** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
C02F 1/32 (2006.01)
C02F 1/72 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008117101/15, 05.05.2008**

(24) Effective date for property rights:
05.05.2008

(43) Application published: **10.11.2009**

(45) Date of publication: **20.07.2010 Bull. 20**

Mail address:
142432, Moskovskaja obl., g.Chernogolovka, pr-kt akademika Semenova, 1, direktoru IPKhF RAN, akademiku S.M.Aldoshinu

(72) Inventor(s):
Aldoshin Sergej Mikhajlovich (RU),
Balikhin Igor' L'vovich (RU),
Berestenko Viktor Ivanovich (RU),
Domashnev Igor' Anatol'evich (RU),
Kabachkov Evgenij Nikolaevich (RU),
Kurkin Evgenij Nikolaevich (RU),
Troitskij Vladimir Nikolaevich (RU)

(73) Proprietor(s):
Nekommercheskaja organizatsija Uchrezhdenie Institut problem khimicheskoj fiziki Rossijskoj akademii nauk (IPKhF RAN) (RU),
Nauchnyj tsentr Rossijskoj akademii nauk v Chernogolovke (NTsCh RAN) (RU)

(54) PHOTOCATALYTIC WATER TREATMENT MODULE

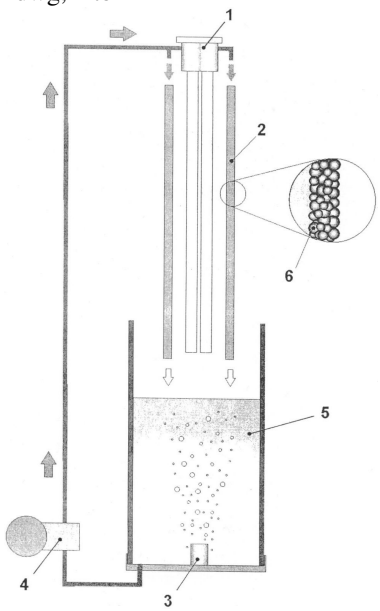
(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to water treatment and decontamination and can be used to treat waste water and obtain drinking water. Photocatalytic water treatment module has technologically connected porous photocatalytic reactor (2), made from quartz, glass, ceramic or glass-ceramic, on the surface of which nanocrystalline titanium dioxide with specific surface area not less than 15 m^2/g is deposited, and a UV radiation source (1). Pores of the reactor are multiply connected regular channels with effective diametre between 0.05 and 1.5 mm.

EFFECT: invention simplifies structure of the photocatalytic module, increases its output and efficiency of removing biocidal and organic impurities.

7 cl, 1 dwg, 2 tbl



RU 2394772 C2

RU 2394772 C2

Изобретение относится к области очистки жидкостей, конкретно к фотокаталитическому модулю для очистки воды, обеззараживанию ее от растворенных органических веществ, уничтожению бактерий, вирусов и другой патогенной микрофлоры, и может быть использован в различных областях народного хозяйства для очистки сточных и природных вод, в том числе для получения питьевой воды.

Известен модуль для обработки жидкости ультрафиолетовым излучением, содержащий горизонтальный элемент, с которым соединены несколько полых металлических элементов, в каждом из которых в герметичном уплотнении установлена заключенная в защитный чехол УФ-лампа, при этом лампы расположены горизонтально и параллельно друг другу, внутри соответствующего каждой лампе полого элемента с воздушным зазором проложены электрические провода, соединяющие УФ-лампу с блоком пускорегулирующих аппаратов (RU 2223231 C2, C02F 1/32, 27.07.2003). Недостатком модуля является его сложная конструкция, низкая эффективность при очистке воды от бактерий.

Известен модуль и модульная система для обработки воды ультрафиолетовым излучением, который содержит вертикальные УФ-лампы, поперечные решетки с отверстиями для ламп, в которых установлены чистящие кольца, решетки снабжены движущим элементом в виде двух телескопических цилиндров. Модульная система содержит источник создания давления, расположенный в обрабатываемой воде или в замкнутой емкости с фильтрами для поступления обрабатываемой воды (RU 2210545 C2, C02F 1/32, 20.08.2003).

Недостатком модуля является его сложная конструкция, низкая эффективность при очистке воды от бактерий и органических загрязнителей.

Известен ламповый модуль, состоящий из источника УФ-излучения, заключенного в прозрачный для УФ-излучения защитный чехол, на внешнюю поверхность которого нанесен слой фотокаталитического покрытия на основе двуокиси титана, толщина которого составляет от 22 до 120 нм (RU 2273914 C1, H01J 61/35, C02F 1/32, 10.04.2006). Электрические контакты лампы защищены от попадания на них воды при помощи уплотнительных прокладок, поджимных гаек и шайбы. На внешнюю поверхность чехла нанесено фотокаталитическое покрытие двуокиси титана (анатаз) толщиной 50 нм.

При положительных качествах известного модуля, в частности повышении эффективности обеззараживания и улучшении органолептических свойств обрабатываемой среды за счет образования при фотокатализе гидроксильных и кислородных активных радикалов, разрушающих как микроорганизмы, так и органические и неорганические соединения, модуль имеет существенный недостаток, а именно снижение оптического пропускания чехла до 5% за счет загрязнения поверхности покрытия продуктами разложения загрязнений воды, что значительно снижает эффективность и производительность модуля.

Техническим результатом заявленного фотокаталитического модуля является улучшение эксплуатационных характеристик, к которым относится повышение эффективности удаления биоцидных и органических примесей.

Техническим результатом заявляемого фотокаталитического модуля является упрощение конструкции, повышение производительности и степени очистки воды.

Указанный результат достигается тем, что фотокаталитический модуль для очистки воды содержит технологически связанные между собой пористый фотокаталитический реактор заданной формы, изготовленный из кварца, стекла, керамики или

стеклокерамики, на поверхность которого нанесен нанокристаллический диоксид титана с удельной поверхностью не менее 15 $м^2/г$, источник ультрафиолетового излучения, при этом поры поверхности реактора представляют собой многосвязанные регулярные каналы с эффективным диаметром от 0,05 до 1,5 мм с развитой поверхностью. Пористый реактор может быть выполнен в виде полого цилиндра, либо в виде связанных между собой отдельных пластин, либо в виде связанных между собой отдельных элементов неправильной формы. Нанокристаллический диоксид титана на пористую поверхность реактора наносят методом окунания, распыления или кистью, преимущественно методом окунания. В качестве источника ультрафиолетового излучения используют ультрафиолетовую лампу, светодиоды или солнечный свет, преимущественно ультрафиолетовую лампу.

Работа фотокаталитического модуля показана при его использовании в установке для очистки воды, схема которой представлена на чертеже, где 1 - ультрафиолетовая лампа в качестве источника ультрафиолетового излучения, 2 - пористый фотокаталитический реактор, 3 - аэратор, 4 - насос, 5 - емкость с очищаемой водой, 6 - фрагмент поверхности пористого реактора.

В процессе очистки воды установка работает следующим образом.

Очищаемую аэрируемую воду насосом подают в распределительный коллектор (не показан), который обеспечивает ее равномерную подачу на фотокаталитический реактор. Под действием силы тяжести жидкость стекает по капиллярам фотокаталитического элемента вниз, при этом на его внутренней стенке, освещаемой ультрафиолетом лампы с характеристической длиной волны 300-390 нм, образуется тонкая пленка, в которой происходят реакции образования перекисных радикалов и минерализация загрязнителя. Фотореактор представляет собой пористый полый цилиндр, изготовленный из кварца, на поверхность которого нанесен нанокристаллический диоксид титана с удельной поверхностью 15,0 $м^2/г$.

За счет интенсивного массообмена при движении воды в пористом слое происходит эффективное окисление органического загрязнителя во всем объеме реактора.

Деструкция красителя нейтрального красного

С использованием фотокаталитического модуля были проведены эксперименты по очистке воды от модельного органического загрязнителя - красителя нейтрального красного ($C_{15}H_{17}N_4Cl$) с начальной концентрацией 10 мг/л. Опыты проводились без ультрафиолета, с ультрафиолетом, с ультрафиолетом и аэрацией. Показано (таблица 1), что после 6-минутной обработки концентрация красителя снижается до 8.73, 1.25 и 0.48 мг/л соответственно. Наиболее эффективно процесс идет при совместном действии ультрафиолета и аэрации. При этом достигается 95,2%-ная очистка воды от нейтрального красного.

Дезинфекция воды на примере бактерий кишечной палочки {Escherichia coli)

С использованием фотокаталитического модуля также были проведены эксперименты по очистке воды от модельного биоцидного загрязнителя - бактерий кишечной палочки (Escherichia coli). Отбор проб осуществлялся через 5, 15 и 30 минут. Отобранные пробы сеяли на питательную среду и через 24 часа подсчитывали количество E.coli в пробе. Данные эксперимента по изменению количества E.coli от времени УФ-облучения сведены в таблицу 2.

Показано, что основная масса бактерий гибнет в первые 5 минут очистки раствора. После 15 минут обработки в фотокаталитическом модуле концентрация E.coli составляет 40 бактерий/мл (0.3%). Спустя 30 минут раствор становится стерильным.

Представленные примеры не ограничивают возможности изобретения.

Такие же высокие результаты были получены при использовании светодиодов в качестве источника УФ-излучения и с использованием пористого реактора, выполненного из других указанных в формуле материалов.

Таким образом, предложенный фотокаталитический модуль обладает высокой эффективностью относительно очистки воды от биоцидных и органических загрязнителей.

Таблица 1

Условия опытов	Без УФ	УФ	УФ+О2
Концентрация НК, мг/л после 6 мин очистки	8.73	1.25	0.48

Таблица 2

Время t, мин	Количество бактерий E.coli/мл
0	50000
5	240
15	40
30	0

Формула изобретения

1. Фотокаталитический модуль для очистки воды, содержащий технологически связанные между собой пористый фотокаталитический реактор, выполненный из кварца, стекла, керамики или стеклокерамики, на поверхность которого нанесен нанокристаллический диоксид титана с удельной поверхностью не менее 15 $м^2/г$, источник ультрафиолетового излучения, при этом поры поверхности реактора представляют собой многосвязанные регулярные каналы с эффективным диаметром от 0,05 до 1,5 мм.

2. Модуль по п.1, отличающийся тем, что пористый реактор выполнен в виде полого цилиндра.

3. Модуль по п.1, отличающийся тем, что пористый реактор выполнен из связанных между собой отдельных пластин.

4. Модуль по п.1, отличающийся тем, что пористый реактор выполнен в виде связанных между собой отдельных элементов неправильной формы.

5. Модуль по п.1, отличающийся тем, что нанокристаллический диоксид титана на пористую поверхность реактора наносят методом окунания, распыления или кистью, преимущественно методом окунания.

6. Модуль по п.1, отличающийся тем, что в качестве источника ультрафиолетового излучения используют преимущественно ультрафиолетовую лампу.

7. Модуль по п.1, отличающийся тем, что в качестве источника ультрафиолетового излучения используют светодиоды.