

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2715417

Фотоактивная суспензия

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет ИТМО" (Университет ИТМО) (RU)*

Авторы: *Евстропьев Сергей Константинович (RU), Никоноров Николай Валентинович (RU), Колобкова Елена Вячеславовна (RU)*

Заявка № 2019110797

Приоритет изобретения 10 апреля 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 28 февраля 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 10 апреля 2039 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Излиев





(51) МПК
B01J 23/06 (2006.01)
B01J 27/24 (2006.01)
B82B 1/00 (2006.01)
C02F 1/32 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01J 23/06 (2019.08); *B01J 27/25* (2019.08); *C02F 1/32* (2019.08); *B82B 1/00* (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019110797, 10.04.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.04.2019

Дата регистрации:
28.02.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.04.2019

(45) Опубликовано: 28.02.2020 Бюл. № 7

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр.,
49, Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Евстропьев Сергей Константинович (RU),
Никоноров Николай Валентинович (RU),
Колобкова Елена Вячеславовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Национальный
исследовательский университет ИТМО"
(Университет ИТМО) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 2627496 C1, 08.08.2017. RU
2678983 C1, 05.02.2019. RU 2633582 C1,
13.10.2017. RU 2538585 C2, 10.01.2015. CN
104624179 B, 31.05.2017. US 20120097522 A1,
26.04.2012. CN 101455960 A, 17.06.2009. JP
2003225573 A, 12.08.2003.

(54) Фотоактивная суспензия

(57) Реферат:

Изобретение относится к материалам, используемым для решения экологических проблем, в медицине и санитарии, и может быть использовано для удаления органических примесей. Фотоактивная суспензия, включающая частицы оксида цинка, воду и аммиачную воду, дополнительно содержит нитрат цинка при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|--------------------------|-------------|
| Вода | 96,80-99,97 |
| Нитрат цинка | 0,01-3,00 |
| Аммиачная вода (25% рас- | 0,01-0,10 |

твор)

Наночастицы оксида цинка

0,01-0,10

Техническая задача настоящего изобретения состоит в разработке фотоактивной суспензии, обладающей высокой способностью ускорять разложение органических соединений под действием УФ излучения широкого спектрального диапазона и характеризующейся высокой временной стабильностью, доступностью и низкой стоимостью водящих в состав суспензии компонентов. 1 табл., 5 ил., 1 пр.

RU 2 715 417 C1

RU 2 715 417 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B01J 23/06 (2006.01)
B01J 27/24 (2006.01)
B82B 1/00 (2006.01)
C02F 1/32 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

B01J 23/06 (2019.08); B01J 27/25 (2019.08); C02F 1/32 (2019.08); B82B 1/00 (2019.08)(21)(22) Application: **2019110797, 10.04.2019**(24) Effective date for property rights:
10.04.2019Registration date:
28.02.2020

Priority:

(22) Date of filing: **10.04.2019**(45) Date of publication: **28.02.2020** Bull. № 7

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
Universitet ITMO, OIS i NTI**

(72) Inventor(s):

**Evstropev Sergej Konstantinovich (RU),
Nikonorov Nikolaj Valentinovich (RU),
Kolobkova Elena Vyacheslavovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Natsionalnyj issledovatel'skij
universitet ITMO" (Universitet ITMO) (RU)****(54) PHOTOACTIVE SUSPENSION**

(57) Abstract:

FIELD: ecology.

SUBSTANCE: invention relates to materials used for solving environmental problems in medicine and sanitation, and can be used for removal of organic impurities. Photoactive suspension containing zinc oxide particles, water and ammonium water additionally contains: zinc nitrate in following ratio of components, wt%: water 96.80–99.97, zinc nitrate 0.01–3.00, ammonium water (25 % solution) 0.01–0.10,

nanoparticles of zinc oxide 0.01–0.10.

EFFECT: design of a photoactive suspension having high ability to accelerate decomposition of organic compounds under the effect of UV radiation of a wide spectral range and characterized by high time stability, availability and low cost of components that make up the suspension.

1 cl, 1 tbl, 5 dwg, 1 ex

Изобретение относится к материалам, используемым для решения экологических проблем, в медицине и санитарии и может быть использовано для удаления органических примесей.

Широкое практическое применение различных органических красителей определяет актуальность разработки методов очистки воды от этих экологически небезопасных соединений. УФ облучение водных растворов является известным и эффективным способом разложения органических красителей (Chatterjee D., Dasgupta S. // *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*. 2005. V. 6. №2. P. 186-205). При этом эффективность и механизм разложения красителя могут существенно изменяться при наличии в растворах и других химических веществ, что определяет возможность использования специальных химических добавок для эффективного управления фотохимическими процессами. Химические добавки, используемые для ускорения фотохимических процессов, можно разделить на две основные группы:

- 1) фотокатализаторы;
- 2) вещества, участвующие в фотохимической реакции и подвергающиеся химическому превращению.

Добавление фотокатализаторов являются довольно эффективным методом ускорения фотохимических процессов. Свойства эти материалов сильно зависят от их химического состава, структуры и степени дисперсности.

Оксидные фотокатализаторы обладают высокими фотокаталитическими свойствами, термостойкостью и механической прочностью. Среди оксидных фотокатализаторов наиболее эффективны фотокаталитические материалы на основе оксидов титана или цинка (Y. Li, W. Zhang, J. Niu, Y. Chen, Mechanism of photogenerated reactive oxygen species and correlation with the antibacterial properties of engineered metal-oxide nanoparticles. *ACS Nano*, 2012, v. 6, p. 5164-5173.).

Известны фотокатализаторы на основе диоксида титана (Патент РФ №2408427, МПК В01J 37/08, С01G 23/053, В01D 53/86, В01J 21/06, С02F 1/30, В82В 3/00, дата приоритета 20.07.2009, дата публикации 10.01.2011; Патент РФ №2469788, МПК В01J 21/06, В82В 1/00, В01J 20/00, С01G 23/00, С02F 1/32, дата приоритета 03.06.2011, дата публикации 20.12.2012; Патент РФ №2540336, МПК В01J 37/34, В01J 37/08, В01J 21/06, В01J 37/00, дата приоритета 04.12.2013, дата публикации 10.02.2015). Существенным недостатком фотокатализаторов на основе диоксида титана является сильная зависимость их фотокаталитических свойств от кристаллической структуры катализатора. Известно, что диоксид титана в форме анатаза демонстрирует значительно более высокие фотокаталитические свойства, чем кристаллы рутила. Поэтому при создании фотокатализаторов стараются использовать диоксид титана в форме анатаза (Патент США №9126145 В2 (Sep. 8, 2015), МПК В01D 53/56 (2006.01); С08F 20/06 (2006.01), дата приоритета 31.08.2007, дата публикации 30.10.2014).

Наноматериалы на основе оксида цинка характеризуются не только фотокаталитическими свойствами (Патент РФ №2627496, МПК В22F 9/04, В01J 37/00, В01J 23/06; дата приоритета 05.07.2016, дата публикации 08.08.2017; Behnajady M., Modishahla N, Hamzavi R. // *Journal of Hazardous Materials*. 2006. V. 133. P. 226-232; Пронин И.А., Донкова Б.В., Димитров Д.Ц., Аверин И.А., Пенчева Ж.А., Мошников В.А. // *Физика и техника полупроводников*. 2014. Т. 48. №7. С. 868-874; Киселев В.М., Евстропьев С.К., Стародубцев А.М. // *Оптика и спектроскопия*. 2017. Т. 123. №5. С. 798-805.), но и демонстрируют бактерицидные свойства (Evstropiev S.K., Karavaeva A.V., Dukelskii K.V., Kiselev V.M., Evstropiev K.S., Nikonov N.V., Kolobkova E.V. // *Ceramics International*. 2017. V. 43. 14504-14510), а также могут использоваться в медицине (Mirzaei

Н., Darroudi M. // *Ceramics International*, 43 (2017) 907-914.).

Существенной проблемой для фотокатализаторов является возможная сильная адсорбция на их поверхности присутствующих в растворе веществ. При формировании толстого слоя адсорбированных веществ фотокаталитический эффект может существенно ослабевать

(Araña J., Martínez Nieto J.L., Herrera Melián J.A., Doña Rodríguez J.M., González Díaz O.,

Pérez Peña J., Bergasa O., Alvarez C., Méndez J. // *Chemosphere*. 2004. V. 55. №6. P. 893-904.).

Для увеличения эффективности фотообработки загрязненной воды и снижения себестоимости технологического процесса были разработаны комбинированные методы (Gaya U.I., Abdullah A.H. // *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 2008. V. 9. P. 1-12), в которых использовано сочетание фотокатализатора с некоторыми неорганическими добавками ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2$ (Pera-Titus M.,

García-Molino V., Baños M.A., Giménez J., Esplugas S. // *Applied Catalysis B: Environmental*.

2004. V. 47. P. 219-256.); ozone (Hernández-Alonso M.D., Coronado J.M., Maira A.J., Soria

J., Loddo V., Augugliaro V. // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2002. V. 39(3). P. 257-267.);

перекись водорода, бромат калия и персульфат аммония (Faisal M., Aby Tariq M., Muneer

M. // *Dyes and Pigments*. 2007. V. 72. P. 233-239). В патенте США US 2017/0320044 A9

(Deepika Saraswathy Kurup. Photocatalytic composition for water purification // USA Patent

Application 2017/0320044 A9 (Nov. 09, 2017) по классам B01J 23/50 (2013.01); B01J 37/344

(2013.01); B01J 23/06 (2013.01); C02F 1/725 (2013.01); C02F 1/32 (2013.01) дата приоритета

31.12.2012, дата публикации 09.11.2017;) в качестве неорганической добавки

использовались полые стеклянные микросферы и связующий цемент.

По технической сущности наиболее близким к предлагаемому техническому решению

является фотоактивная суспензия - прототип, описанная в работе (Faisal M., Aby Tariq

M., Muneer M. // *Dyes and Pigments*. 2007. V. 72. №2, P. 233). Эта суспензия содержит воду,

частицы фотокатализатора (TiO_2) и неорганическую добавку, выбранную из следующих

неорганических соединений: перекись водорода; бромат калия и персульфат аммония.

Существенным недостатком этой суспензии является то, что в ней в качестве

неорганических добавок используются вещества, являющиеся сильными окислителями,

способными окислить находящиеся в растворе органические соединения без светового

воздействия, то есть фотоактивные свойства этих растворов являются лишь

дополнительным механизмом воздействия на органические соединения. Кроме того,

растворы, содержащие некоторые из описанных в прототипе неорганических добавок

(например, раствор перекиси водорода) характеризуются низкой временной

стабильностью.

Техническая задача настоящего изобретения состоит в разработке фотоактивной

суспензии, обладающей высокой способностью ускорять разложение органических

соединений под действием УФ излучения широкого спектрального диапазона,

характеризующейся высокой временной стабильностью, доступностью и низкой

стоимостью водящих в состав суспензии компонентов.

Для решения этой технической задачи предлагается использовать композицию,

содержащую в своем составе следующие компоненты:

Коллоидные частицы оксида цинка

0,01-0,1 масс. %;

Нитрат цинка

0,01-3,0 масс. %;

Вода
Аммиачная вода (25% водный раствор)

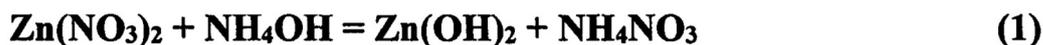
96,8-99,97 масс. %;
0,01-0,1 масс. %;

Наличие в составе суспензии коллоидных частиц оксида цинка обуславливает ее фотокаталитические свойства. При размере наночастиц более 100 нм суспензии становятся мутными и теряют однородность. Аналогичное явление наблюдается и при высоком содержании частиц в жидкости, что связано с процессами формирования крупных агрегатов частиц, определяющих высокое светорассеяние и низкую однородность суспензий.

Вода является растворителем и основным, по массе (96,8-99,97 масс. %), компонентом суспензии.

Нитрат цинка представляет собой фотоактивную добавку, обеспечивающую быстрое фоторазложение органических примесей под действием УФ излучения. Кроме того, часть нитрата цинка используется для формирования в суспензии коллоидных частиц оксида цинка. При содержании в суспензии нитрата цинка менее 0,01 масс. % эффект этой добавки незначителен. При содержании этого компонента более 3,0 масс. % формирование суспензии сопровождается образованием белых неоднородных хлопьев в жидкой среде.

Аммиачная вода (25% водный раствор) используется для формирования в растворе коллоидных частиц оксида цинка. При добавлении в водный раствор нитрата цинка аммиачной воды протекают следующие химические процессы:



При добавлении в раствор нитрата цинка аммиачной воды на первой стадии процесса протекает процесс формирования гидроксида цинка цинка по реакции (1). На следующей стадии протекают процессы конденсации, приводящие к образованию частиц оксида цинка в соответствии с реакцией (2).

В разработанной фотоактивной суспензии содержание аммиачной воды составляет 0,01-0,1 масс. %. При содержании аммиачной воды менее 0,01 масс. % в растворе образуется слишком мало наночастиц оксида цинка и его фотокаталитические свойства незначительны. При содержании аммиачной воды, превышающем 0,1 масс. %, в растворе происходит неконтролируемое образование агрегатов частиц оксида цинка, раствор становится мутным и неоднородным, вязкость раствора сильно увеличивается.

Эффективность предлагаемого технического решения иллюстрируется примерами.

ПРИМЕР 1 Фоторазложение диазокрасителя Chicago Sky Blue 6B в водных растворах.

В качестве модельной среды, играющей роль воды, загрязненной токсичными органическими соединениями, были использованы водные растворы диазокрасителя Chicago Sky Blue 6B (Sigma Aldrich). Структура и спектральные свойства этого красителя известны и описаны в (Abbott L.C., Batchelor S.N, Oakes J., Lindsay Smith J.R., Moore J.N. // Journal of Physical Chemistry B, 2004. V. 108. P. 13786-13735). Растворы этого красителя используются для определения эффективности различных фотокаталитических материалов (Mohamed R.M., Mkhaliid I.A., Al-Thabaiti S.A., Mohamed Mokhtar // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. 2013. V. 13. №7. P. 4975-4980; Волкова Н.А., Евстропьев С.К., Истомина О.В., Колобкова Е.В. // Оптика и спектроскопия. 2018. Т. 124. №4. С. 472-476). Раствор красителя был изготовлен растворением навески этого материала в воде при комнатной температуре. Изготовлены жидкие композиции путем смешения

при комнатной температуре раствора красителя с дистиллированной водой (раствор 1 Таблица 1) или с водным раствором нитрата цинка (раствор 2 (Таблица 1)). Химический состав и свойства полученных жидких смесей приведены в Таблице 1.

Таблица 1 Химический состав и свойства растворов при облучении ртутной лампой

| Но- мер | Химический состав суспензии, масс. % | | | Свойства суспензии | | Фотоактивные свойства растворов при использовании различных источников света | |
|------------|---|--------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|--|
| | | | | | | Излучение ртутной лампы ДРТ-240 без применения светофильтров | Излучение ртутной лампы ДРТ-240 при применении светофильтра ФС1 |
| | Нитрат цинка | Вода | Аммиачна я вода | Наночастицы оксида цинка | Внешний вид | Время облучения t^{50} , мин. | Время облучения t^{50} , мин. |
| 1 | 0 | 100,0 | 0 | 0 | Прозрачная жидкость | 120 | более 240 |
| 2 | 1,250 | 98,750 | 0 | 0 | Прозрачная жидкость | 1 | более 240 |
| 3 | 2,650 | 97,150 | 0,100 | 0,100 | Опалесциру ющая жидкость | 6 | 45 |
| 4 | 0,009 | 99,790 | 0,100 | 0,100 | Опалесциру ющая жидкость | 110 | более 240 |
| 5 | 0,010 | 99,790 | 0,100 | 0,100 | Опалесциру ющая жидкость | 50 | 120 |
| 6 | 3,000 | 96,800 | 0,100 | 0,100 | Опалесциру ющая жидкость | 5 | 40 |
| 7 | 3,100 | 96,700 | 0,100 | 0,100 | Неоднородна я мутная жидкость | - | - |
| 8 | 1,500 | 98,290 | 0,110 | 0,100 | Неоднородна я мутная жидкость | - | - |
| 9 | 2,901 | 97,083 | 0,009 | 0,007 | Опалесциру ющая жидкость | 7 | 36 |
| 10 | 1,500 | 98,381 | 0,110 | 0,009 | Опалесциру ющая жидкость | 17 | более 100 |
| 11 | 1,690 | 98,080 | 0,120 | 0,110 | Неоднородна я мутная жидкость | - | - |
| 12 | 0,010 | 99,981 | 0,005 | 0,004 | Слегка опалесцирую щая | 50 | более 160 |
| | | | | | жидкость | | |
| 13 | 3,000 | 96,799 | 0,100 | 0,110 | Неоднородна я мутная жидкость | - | - |

вид растворов определялся по ГОСТ 13739-78 путем визуального просмотра композиции налитой в пробирку из бесцветного стекла по ГОСТ 10515-75.

Для исследования влияния светового облучения испытуемые растворы помещались

в кварцевую кювету толщиной 10 мм. Облучение растворов с красителем осуществлялось ртутной лампой высокого давления ДРТ-240. Спектр излучения лампы представлен на Фиг. 1. Для выделения излучения различных спектральных диапазонов использовался

5 светофильтр ФС1, спектры пропускания которого приведен на Фиг. 2.

Измерения спектров поглощения растворов проводилось на спектрофотометре Perkin-Elmer Lambda 650. Относительная концентрация красителя в жидкости оценивалась по интенсивности поглощения на длине волны 618 нм, соответствующей максимуму полосы поглощения красителя в видимой части спектра. В качестве критерия определяющего скорость

10 разложения красителя использовалось время облучения t^{50} , необходимое для разложения 50% молекул красителя.

На Фиг. 3 представлены результаты по влиянию облучения растворов красителя ртутной лампой высокого давления ДРТ-240. Видно, что при увеличении продолжительности облучения наблюдается некоторое уменьшение интенсивности

15 полосы поглощения красителя в видимой части спектра, что свидетельствует о его разложении.

На Фиг. 4 приведены данные по фотообесцвечиванию растворов, содержащих краситель и добавку нитрата цинка. Сопоставление результатов, приведенных на Фиг. 3 и Фиг. 4, показывает, что в присутствии нитрата цинка разложение красителя протекает

20 значительно быстрее.

Фотообесцвечивание красителя в разработанной суспензии протекает также значительно быстрее, чем в воде Фиг. 5.

В Таблице 1 приведены данные о влиянии химического состава растворов на скорость фотообесцвечивания красителя.

25 Раствор 1 представляет собой водный раствор красителя без каких-либо добавок. Фоторазложение красителя в этом растворе даже при облучении ртутной лампой происходит очень медленно ($t^{50} = 120$ минут), что определяет низкую эффективность процесса фотохимической очистки раствора.

30 Раствор 2 представляет собой водный раствор красителя, содержащий добавку нитрата цинка. Фоторазложение красителя в этом растворе при облучении ртутной лампой происходит быстро ($t^{50} = 1$ минута). Однако быстрое фоторазложение красителя в этом растворе происходит только при облучении УФ излучением с длиной волны 300-305 нм, соответствующем полосе поглощения нитрат-анионов. Об этом

35 свидетельствуют данные, приведенные в Таблице 1. Из приведенных данных видно, что при облучении раствора излучением ртутной лампы, прошедшим через светофильтр ФС1, разложения красителя практически не происходит. Необходимость использования излучения УФ диапазона существенно ограничивает возможности использования процесса фотохимической очистки раствора.

40 Раствор 3 представляет собой однородную жидкую суспензию. Фоторазложение красителя в этой суспензии происходит быстро под действием излучения излучения ртутной лампы как без применения светофильтров, так и при применении светофильтра ФС1 Таблица 1. Раствор 3 не изменяет своих свойств при хранении при комнатной температуре в течение 30 дней.

45 Раствор 4, содержащий 0,009 масс. % нитрата цинка представляет собой однородную опалесцирующую суспензию частиц оксида цинка. Слишком малое содержание в этой суспензии нитрата цинка определяет низкую скорость фоторазложения красителя даже при использовании излучения ртутной лампы без применения светофильтров ($t^{50} = 110$

минут) Таблица 1.

Раствор 5, содержащий несколько больше нитрата цинка (0,010 масс. %) также представляет собой однородную опалесцирующую суспензию частиц оксида цинка. Скорость фоторазложения красителя при использовании этой суспензии существенно
5 выше ($t^{50} = 50$ минут) Таблица 1. Раствор 5 не изменяет своих свойств при хранении при комнатной температуре в течение 30 дней.

Раствор 6, содержащий 3,00 масс. % нитрата цинка представляет собой однородную опалесцирующую суспензию частиц оксида цинка. Эта суспензия обеспечивает высокие скорости фоторазложения красителя под действием излучения ртутной лампы как без
10 применения светофильтров, так и при использовании светофильтра ФС1 Таблица 1. Раствор 6 не изменяет своих свойств при хранении при комнатной температуре в течение 30 дней.

Раствор 7, содержащий 3,1 масс. % нитрата цинка представляет собой мутную неоднородную жидкость. Использование такой жидкости нецелесообразно, так как
15 требует ее дополнительной гомогенизации и введения специальных стабилизаторов, что существенно усложняет технологический процесс и ведет к его удорожанию.

Содержащий избыток аммиачной воды (0,11 масс. %) раствор 8 представляет собой мутную неоднородную жидкость. Использование такой жидкости нецелесообразно, так как требует ее дополнительной гомогенизации и введения специальных
20 стабилизаторов, что существенно усложняет технологический процесс и ведет к его удорожанию.

Раствор 9 содержит незначительное количество аммиачной воды (0,009 масс. %) и содержание частиц оксида цинка в нем невелико. При фотообработке раствора излучением ртутной лампы без использования светофильтров наблюдается быстрое
25 разложение красителя Таблица 1. Однако при использовании более длинноволнового излучения, формирующегося при использовании ртутной лампы со светофильтром ФС-1, разложение красителя практически не наблюдается. Поэтому использование такого раствора в практических приложениях нецелесообразно.

Раствор 10 содержит малое количество частиц оксида цинка. При световом
30 воздействии ртутной лампы без применения светофильтров разложение красителя протекает достаточно быстро. Однако при облучении раствора более длинноволновым светом этой лампы, прошедшем через светофильтр ФС1 скорость разложения красителя очень мала и поэтому применение этого раствора для практического применения нецелесообразно.

35 Раствор 11 содержит слишком большое количество частиц оксида цинка (0,110 масс. %) и представляет собой мутную неоднородную жидкость, использование которой для очистки воды нецелесообразно.

Разбавленный раствор 12 содержит малое количество аммиачной воды и частиц
40 оксида цинка и большое количество воды (99,981 масс. %). При облучении этого раствора излучением ртутной лампы без использования светофильтра разложение 50% молекул красителя происходит за 50 минут. Однако более длинноволновое излучение, формируемое при использовании этой лампы и применении светофильтра ФС1, очень медленно разлагает краситель (более 160 минут), что определяет низкую эффективность использования этого раствора.

45 Раствор 13 содержит большое количество нитрата цинка, аммиачной воды и частиц оксида цинка. При этом содержание воды в этом растворе составляет 96,790 масс. % и раствор представляет собой мутную неоднородную жидкость, использование которой для очистки воды нецелесообразно.

Таким образом, приведенные примеры иллюстрируют эффективность фотоактивной суспензии, которая обладает высокой временной стабильностью и обеспечивает быстрое разложение органических соединений при световом облучении.

5

(57) Формула изобретения

Фотоактивная суспензия, включающая частицы оксида цинка, воду и аммиачную воду, отличающаяся тем, что для усиления способности к фотоокислению органических соединений дополнительно содержит нитрат цинка при следующем соотношении компонентов, мас. %:

10

| | |
|------------------------------|-------------|
| Вода | 96,80-99,97 |
| Нитрат цинка | 0,01-3,00 |
| Аммиачная вода (25% раствор) | 0,01-0,10 |
| Наночастицы оксида цинка | 0,01-0,10 |

15

20

25

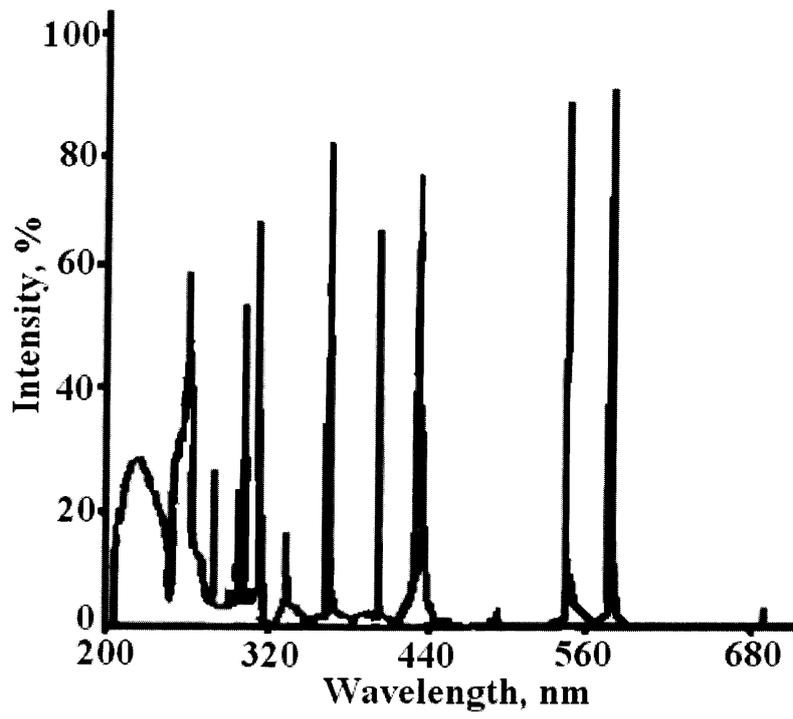
30

35

40

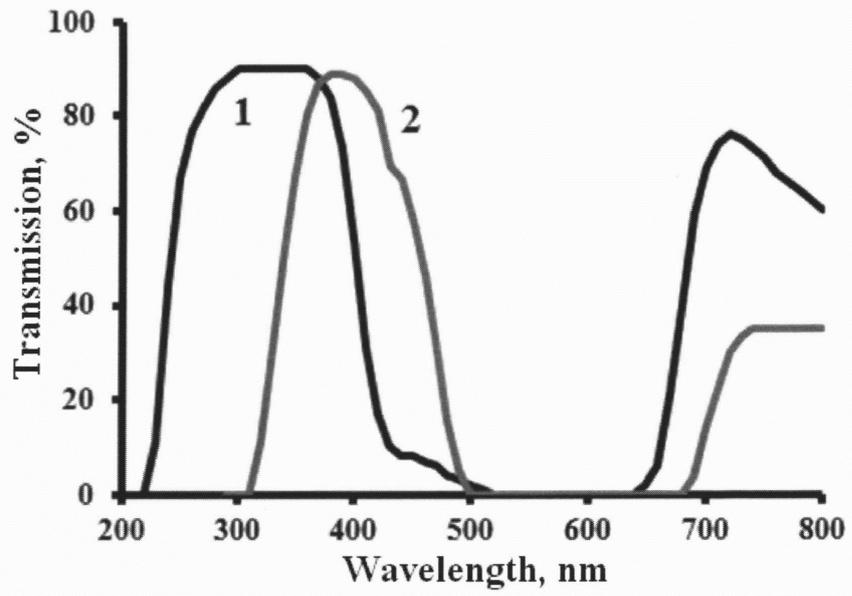
45

1

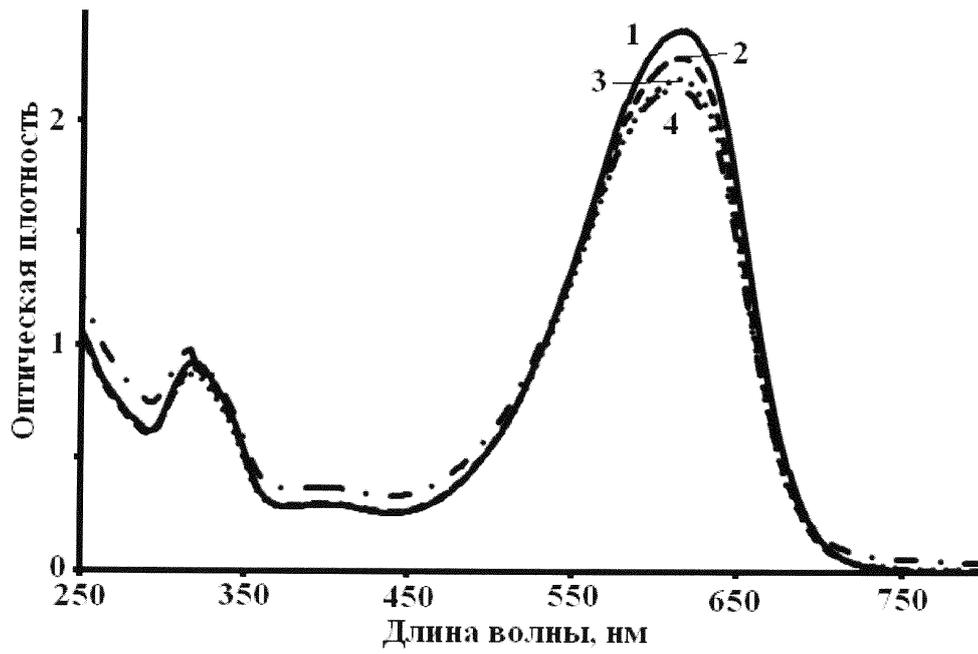


Фиг. 1

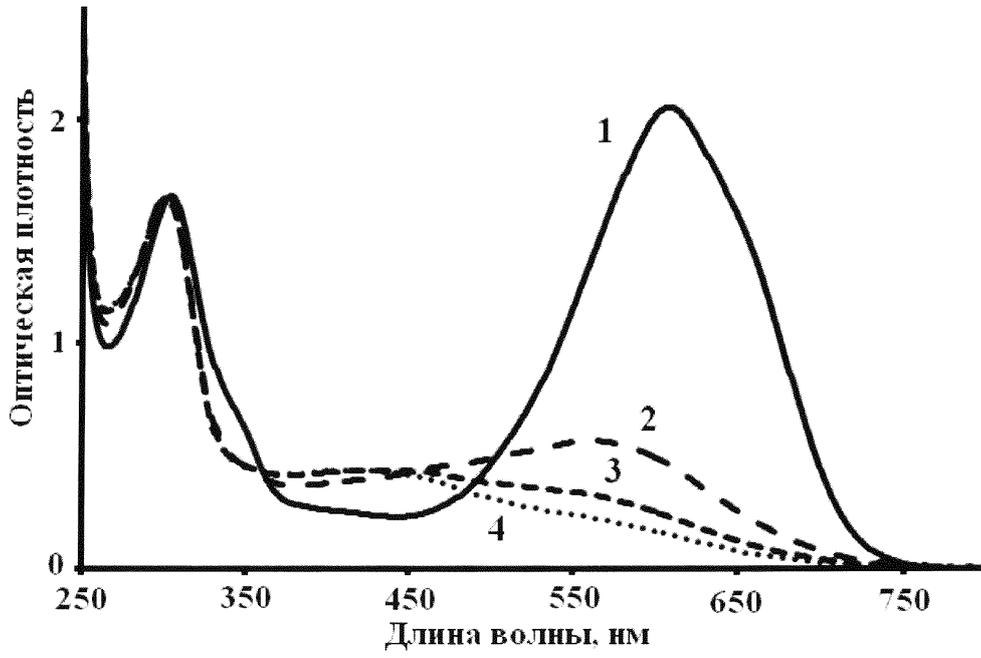
2



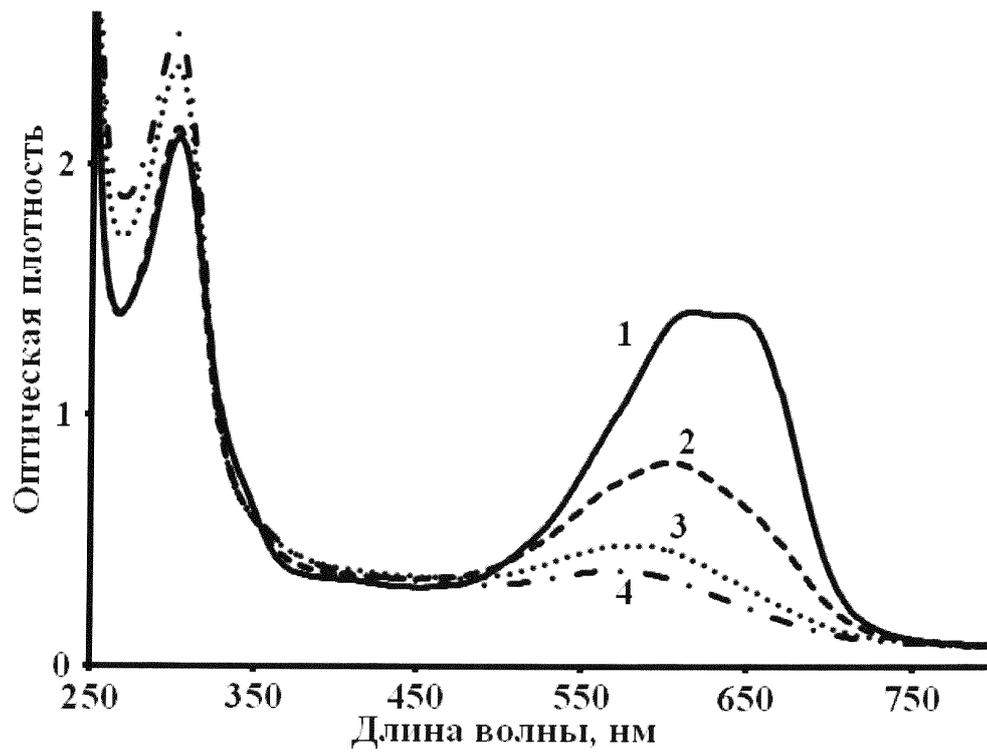
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5