



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 375 112** (13) **C1**

(51) МПК
B01J 21/06 (2006.01)
B01J 21/08 (2006.01)
B01J 21/18 (2006.01)
B01J 23/38 (2006.01)
B01J 27/18 (2006.01)
B01J 32/00 (2006.01)
C02F 1/30 (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008150290/04, 18.12.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.12.2008

(45) Опубликовано: 10.12.2009 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: JP 11-290700 A, 26.10.1999. RU 2151632 C1,
27.06.2000. RU 2243033 C1, 27.12.2004. WO
2005/108505 A1, 17.11.2005.

Адрес для переписки:

630090, г.Новосибирск, пр. Академика
Лаврентьева, 5, Институт катализа им. Г.К.
Борескова, патентный отдел, Т.Д. Юдиной

(72) Автор(ы):

Воронцов Александр Валерьевич (RU),
Козлов Денис Владимирович (RU),
Пармон Валентин Николаевич (RU),
Колинько Павел Анатольевич (RU),
Селищев Дмитрий Сергеевич (RU),
Козлова Екатерина Александровна (RU),
Бесов Алексей Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Институт катализа им. Г.К. Борескова
Сибирского отделения Российской академии
наук (статус государственного учреждения)
(RU)

(54) ФОТОКАТАЛИЗАТОР-АДСОРБЕНТ (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Изобретение относится к составу фотокатализатора на основе углеродного материала большой удельной поверхности с нанесенным фотокатализатором на основе диоксида титана или диоксида титана, модифицированного благородными металлами, применяемого преимущественно для фотокаталитической очистки воздуха и воды, загрязненных молекулярными примесями органического и неорганического происхождения. Описан фотокатализатор-адсорбент, характеризующийся тем, что он состоит из неорганического полотна на тканой или нетканой основе, пропитанного составом, содержащим неорганическое связующее, адсорбент и фотокаталитически активный диоксид титана, площадь поверхности адсорбента, по крайней мере, в два раза больше площади поверхности фотокаталитически активного диоксида

титана. Описан также фотокатализатор-адсорбент, характеризующийся тем, что он состоит из неорганического полотна на тканой или нетканой основе, пропитанного составом, содержащим неорганическое связующее и адсорбент, на который нанесен фотокаталитически активный диоксид титана, площадь поверхности адсорбента, по крайней мере, в два раза больше площади поверхности фотокаталитически активного диоксида титана. Технический результат - вышеописанные катализаторы-адсорбенты сочетают в себе одновременно свойства сорбента и фотокатализатора, обладает невысоким гидродинамическим сопротивлением, достаточной жесткостью и имеет высокие значения фотокаталитической активности в отношении деструкции органических и неорганических веществ в воде и воздухе. 2 н. и 10 з.п. ф-лы, 2 ил., 1 табл.

RU 2 375 112 C1

RU 2 375 112 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
B01J 21/06 (2006.01)
B01J 21/08 (2006.01)
B01J 21/18 (2006.01)
B01J 23/38 (2006.01)
B01J 27/18 (2006.01)
B01J 32/00 (2006.01)
C02F 1/30 (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008150290/04, 18.12.2008**

(24) Effective date for property rights:
18.12.2008

(45) Date of publication: **10.12.2009 Bull. 34**

Mail address:

**630090, g.Novosibirsk, pr. Akademika Lavrent'eva,
5, Institut kataliza im. G.K. Boreskova,
patentnyj otdel, T.D. Judinoj**

(72) Inventor(s):

**Vorontsov Aleksandr Valer'evich (RU),
Kozlov Denis Vladimirovich (RU),
Parmon Valentin Nikolaevich (RU),
Kolin'ko Pavel Anatol'evich (RU),
Selishchev Dmitrij Sergeevich (RU),
Kozlova Ekaterina Aleksandrovna (RU),
Besov Aleksej Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Institut kataliza im. G.K. Boreskova Sibirskogo
otdelenija Rossijskoj akademii nauk (status
gosudarstvennogo uchrezhdenija) (RU)**

(54) PHOTOCATALYST-ADSORBENT (VERSIONS)

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to a photocatalyst composition based on carbon material with large specific surface area with a deposited photocatalyst based on titanium dioxide or titanium dioxide which is modified with noble metals, mainly used for photocatalytic purification of air and water, contaminated with molecular impurities of organic or inorganic nature. A photocatalyst-adsorbent is described, which is characterised by that, it consists of an inorganic fabric on a woven or non-woven base, soaked with a composition which contains an inorganic binder, adsorbent and photocatalytically active titanium dioxide. Surface area of the adsorbent is at least twice larger than the surface area of the photocatalytically active

titanium dioxide. A photocatalyst-adsorbent is also described, which is characterised by that, it consists of an inorganic fabric on a woven or non-woven base, soaked with a composition which contains an inorganic binder and adsorbent, on which photocatalytically active titanium dioxide is deposited. Surface area of the adsorbent is at least twice larger than surface area of photocatalytically active titanium dioxide.

EFFECT: above described catalysts-adsorbents combine sorbent and photocatalyst properties, have low hydrodynamic resistance, sufficient hardness and have value of photocatalytic activity with respect to decomposition of organic and inorganic substances in water and air.

12 cl, 1 tbl, 2 dwg, 10 ex

Изобретение относится к составу фотокатализатора на основе углеродного материала большой удельной поверхности с нанесенным фотокатализатором на основе диоксида титана или диоксида титана, модифицированного благородными металлами, применяемого преимущественно для фотокаталитической очистки воздуха и воды, загрязненных молекулярными примесями органического и неорганического происхождения.

В связи с восстановлением промышленного потенциала России, увеличением числа автомобилей и офисных зданий, расположенных вблизи автодорог, появлением новых требований к качеству воды и воздуха в медицинских учреждениях и жилых зонах, возникла задача адаптации фотокаталитического метода к очистке воды и воздуха от токсических соединений в небольших концентрациях.

Поэтому главными характеристиками фотокатализатора, способными обеспечить их эффективное применение, являются:

- состав фотокатализаторов - содержание добавок металлов, влияющих на скорость и полноту разложения токсических веществ, таких как CO, NO_x и органические вещества;

- способность компонентов фотокатализатора дополнительно обратимо адсорбировать загрязнители из внешней среды, выступая в роли буфера и предотвращая деактивацию активных составляющих фотокатализатора (TiO₂)

залповыми выбросами загрязняющих веществ;

- низкое аэродинамическое сопротивление;

- способность к самоочищению (регенерации).

Разработка адсорбентов и фотокатализаторов была предметом ряда изобретений.

Известен сорбционно-фильтрующий материал, содержащий носитель в виде тканой оболочки из минеральных или стеклянных волокон, наполненный смесью вспученного перлита и активированного угля, пропитанного хлорофиллом (RU 2150996, В01J 20/00, 04.11.1999). Указанный носитель-адсорбент обладает достаточно низким гидродинамическим сопротивлением и предназначен для использования в кухонных вытяжных зонтах. Данный материал имеет тот недостаток, что у него отсутствует фотокаталитическая активность, в результате чего материал не способен к самоочищению. Таким образом, его сорбционная активность будет понижаться в процессе работы, будет происходить дезактивация и материал будет требовать периодической замены.

Известен материал на основе тканого стеклополотна, на которое наносят диоксид титана путем напыления водной суспензии диоксида титана (JP 2000199173, 18.07.2000) или путем соосаждения паров тетрахлорида титана (TiCl₄) и воды на поверхность стеклоткани с их одновременным гидролизом и образованием фазы TiO₂ (JP 2004057912, 26.02.2004). Такая обработка придает полотну фотокаталитические свойства, и оно становится способным к окислению органических примесей под воздействием УФ-излучения. Кроме того, гидродинамическое сопротивление такого полотна мало. Существенным недостатком такого материала является очень небольшая сорбционная емкость материала, что приведет к его быстрой дезактивации, например, при воздействии залпового выброса загрязнителя. Дальнейшая реактивация может быть затруднена из-за блокировки поверхности молекулами загрязнителя, и материал придется заменять. Кроме того, полученный материал не обладает достаточной жесткостью и требует использования дополнительного каркасообразующего элемента для придания требуемой формы.

Известны изобретения: боросиликатный волокнистый армодренажный материал (RU 2123549, D04B 21/14, B01D 39/08, 20.12.1998); носитель катализатора на основе стеклоткани (JP 10015397 и JP 10015396, 20.01.1998), в которых предлагается придавать носителям дополнительную жесткость путем пропитки их связующим, содержащим органические компоненты. Недостатком этих изобретений является низкая адсорбционная емкость из-за отсутствия в составе носителя сорбента, а также низкая фотокаталитическая активность диоксида титана, который, будучи нанесен на указанный носитель, будет дезактивироваться органическими компонентами связующего.

Наиболее близким к данному изобретению является фотокаталитическая ткань (JP 11290700, B01J 31/06, 26.10.1999) на основе неорганического стекловолокна, армированного металлическими нитями и пропитанного суспензией диоксида титана анатазной модификации в растворе резины в тетрафтороэтилене с последующей сушкой. Указанный материал обладает достаточной механической прочностью и также фотокаталитической активностью.

К его недостаткам относится использование в составе органических веществ, которые будут подвергаться фотокаталитической деструкции с разрушением самого материала. Также указанный материал не обладает достаточной сорбционной емкостью ввиду того, что удельная поверхность использованных при его создании компонент мала.

Из приведенных примеров видно, что, несмотря на разнообразие методов и составов приготовления сорбционных и фотокаталитически активных материалов на основе полотен, ни один не сочетает в себе свойства одновременно сорбента и фотокатализатора, который бы обладал невысоким гидродинамическим сопротивлением, обладал достаточной жесткостью и имел высокие значения фотокаталитической активности в отношении деструкции органических и неорганических веществ в воде и воздухе.

Настоящее изобретение ставит своей задачей создание подобного материала.

Первый вариант.

Фотокатализатор-адсорбент состоит из неорганического полотна на тканой или нетканой основе, пропитанного составом, содержащим неорганическое связующее, адсорбент и фотокаталитически активный диоксид титана, площадь поверхности адсорбента, по крайней мере, в два раза больше площади поверхности фотокаталитически активного диоксида титана.

В состав неорганического связующего могут входить соединения кремния, и/или алюминия, и/или магния, а также фосфорная, и/или азотная кислоты, и/или их соли.

В качестве адсорбента он может содержать или соединения на основе угля, или на основе диоксида кремния SiO_2 , или их смесь.

Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет 0,1-95,0 мас. %.

Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет 0,001-4,0 мас. %.

Фотокатализатор-адсорбент может содержать добавки благородных металлов, таких как серебро, золото, платина, палладий в количестве не более 1,0 мас. % от сухой массы пропиточного состава.

Так как в состав связующего входят или соединения на основе угля, или на основе диоксида кремния SiO_2 , или их смесь с высокой удельной поверхностью и фотокаталитически активный диоксид титана, то готовый материал после пропитки

таким композитным связующим и последующей просушки приобретает одновременно свойства фотокатализатора и адсорбента.

Для того чтобы полученный материал проявлял адсорбционные свойства, суммарная площадь поверхности угля или силикагеля, содержащегося в связке,
5 должна быть, по крайней мере, в два раза больше суммарной поверхности фотокаталитически активного диоксида титана.

Второй вариант.

Фотокатализатор-адсорбент состоит из неорганического полотна на тканой или
10 нетканой основе, пропитанного составом, содержащим неорганическое связующее и адсорбент, на который нанесен фотокаталитически активный диоксид титана, площадь поверхности адсорбента по крайней мере в два раза больше площади поверхности фотокаталитически активного диоксида титана.

В состав неорганического связующего могут входить соединения кремния, и/или
15 алюминия, и/или магния, а также фосфорная, и/или азотная кислоты, и/или их соли.

В качестве адсорбента могут быть использованы или соединения на основе угля, или на основе диоксида кремния SiO_2 , или их смесь.

Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава
20 составляет 0,1-99,0 мас. %.

Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от массы фотокатализатора-адсорбента составляет 0,001-20,0 мас. %.

Фотокатализатор-адсорбент может содержать добавки благородных металлов,
25 таких как серебро, золото, платина, палладий в количестве не более 1,0 мас. % от массы фотокаталитически активного диоксида титана.

В состав связующего входит уголь или диоксид кремния с высокой удельной
поверхностью, так что готовый материал после пропитки таким композитным
связующим и последующей просушки приобретает свойства адсорбента. На
30 сформированный таким образом носитель-адсорбент нанесен фотокаталитически активный диоксид титана.

Для того чтобы полученный материал проявлял дополнительные адсорбционные
свойства, суммарная площадь поверхности носителя-адсорбента должна быть, по
35 крайней мере, в два раза выше площади поверхности нанесенного фотокаталитически активного диоксида титана.

Фотокатализатор-адсорбент, предлагаемый в данном изобретении, обладает
жесткостью, достаточной для его самоподдержания в конструкции очистителей,
обладает достаточной адсорбционной емкостью для того, чтобы быстро поглощать
40 органические примеси и, кроме того, обладает саморегенерирующей способностью под действием УФ-света.

Для увеличения фотокаталитической активности фотокатализатора-адсорбента или
придания ему способности разлагать специфические примеси в состав
фотокатализатора могут вводиться добавки благородных металлов, таких как
45 серебро, золото, платина, палладий в количестве не более 1 мас. %.

Сущность изобретения иллюстрируется следующими примерами.

Во всех примерах в качестве неорганического полотна используют сетку из
стеклянного волокна с числом нитей в утке 22 на 10 см и числом нитей в основе 26
50 на 10 см, отоженную на воздухе в муфельной печи при температуре 400°C в течение 2 ч. Размер сетки 3×3 см.

Пример 1 (сравнительный).

Сетку размером 3×3 см пропитывают алюмофосфатной связкой и высушивают при

температуре 100°C в течение 12 ч. Затем на сетку наносят водную суспензию фотокаталитически активного TiO_2 (анатаз, удельная поверхность 350 м²/г) и высушивают при 120°C в течение 2 ч. Количество нанесенного TiO_2 , измеренное путем

5 взвешивания, - 0,03 г.

Полученный образец назвали О1.

Пример 2.

Сетку размером 3×3 см и массой 0,5 г пропитывают составом, содержащим 1,5 г алюмофосфатной связки, смешанной с 1,5 г активированного угля марки ОУ-А

10 (удельная поверхность 1200 м²/г), и высушивают при температуре 100°C в течение 12 ч. Затем на сетку наносят водную суспензию фотокаталитически активного TiO_2 (анатаз, удельная поверхность 350 м²/г) и высушивают при 120°C в течение 2 ч. Количество нанесенного TiO_2 , измеренное путем взвешивания, - 0,03 г. Площадь

15 поверхности угля составляет 1800 м², что более чем в 2 раза превосходит площадь поверхности нанесенного TiO_2 , которая равна 10,5 м².

Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет - $(1,5/3) \cdot 100\% = 50\%$.

20 Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от массы фотокатализатора-адсорбента составляет $(0,03/3,53) \cdot 100\% = 0,85\%$

Полученный образец назвали О2.

Пример 3.

25 Аналогичен примеру 2 с тем исключением, что фотокаталитически активный TiO_2 (анатаз, удельная поверхность 350 м²/г) в количестве 0,1 г вводят в состав 3 г пропиточного состава, состоящего из алюмофосфатной связки, смешанной с активированным углем марки ОУ-А (удельная поверхность 1200 м²/г) в

30 соотношении 1:1 по массе.

Площадь поверхности угля составляет 1800 м², что более чем в 2 раза превосходит площадь поверхности нанесенного TiO_2 , которая равна 35,0 м².

Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет - $(1,5/3,1) \cdot 100\% = 48,4\%$.

35 Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет $(0,1/3,1) \cdot 100\% = 3,2\%$

Полученный образец назвали О3.

Пример 4.

40 Аналогичен примеру 3 с тем исключением, что фотокаталитически активный TiO_2 содержит в своем составе мелкодисперсное металлическое серебро. Содержание серебра в TiO_2 - 1 мас. %.

Площадь поверхности угля составляет 1800 м², что более чем в 2 раза превосходит

45 площадь поверхности нанесенного TiO_2 , которая равна 35,0 м².

Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет - $(1,5/3,1) \cdot 100\% = 48,4\%$.

50 Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет $(0,099/3,1) \cdot 100\% = 3,2\%$

Содержание добавки серебра от массы фотокаталитически активного диоксида титана составляет - $(0,001/0,1) \cdot 100\% = 1\%$.

Полученный образец назвали О4.

Пример 5

Аналогичен примеру 2, с тем исключением, что вместо алюмофосфатной связки в состав пропиточного раствора входит неорганическое связующее общей сухой массой 1,5 г, состоящее из оксида алюминия Al_2O_3 , псевдобемита $AlO(OH)$ и азотной кислоты HNO_3 , а сушку готового фотокатализатора-адсорбента проводят в два этапа. Вначале при температуре $100^\circ C$ в течение 2 часов и затем при температуре $500^\circ C$ в течение 3 часов.

Площадь поверхности угля составляет 1800 м^2 , что более чем в 2 раза превосходит площадь поверхности нанесенного TiO_2 , которая равна $10,5\text{ м}^2$.

Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет $-(1,5/3) \cdot 100\% = 50\%$.

Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от массы фотокатализатора-адсорбента составляет $(0,03/3,53) \cdot 100\% = 0,85\%$

Полученный образец назвали О5.

Пример 6

Аналогичен примеру 2, с тем исключением, что вместо алюмофосфатной связки в состав пропиточного раствора входит неорганическое связующее общей сухой массой 1,5 г, состоящее из оксида алюминия Al_2O_3 , псевдобемита $AlO(OH)$ и азотной кислоты HNO_3 , и фотокаталитически активный TiO_2 (анатаз, удельная поверхность $350\text{ м}^2/\text{г}$) в количестве 0,1 г. Сушку готового фотокатализатора-адсорбента проводят в два этапа. Вначале при температуре $100^\circ C$ в течение 2 часов и затем при температуре $500^\circ C$ в течение 3 часов.

Площадь поверхности угля составляет 1800 м^2 , что более чем в 2 раза превосходит площадь поверхности нанесенного TiO_2 , которая равна $35,0\text{ м}^2$.

Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет $-(1,5/3,1) \cdot 100\% = 48,4\%$.

Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет $(0,1/3,1) \cdot 100\% = 3,2\%$

Полученный образец назвали Об.

Пример 7

Аналогичен примеру 6 с тем исключением, что фотокаталитически активный TiO_2 содержит в своем составе мелкодисперсное металлическое золото. Содержание золота в TiO_2 - 1 мас.%.
 Площадь поверхности угля составляет 1800 м^2 , что более чем в 2 раза превосходит площадь поверхности нанесенного TiO_2 , которая равна $35,0\text{ м}^2$.

Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет $-(1,5/3,1) \cdot 100\% = 48,4\%$.

Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет $(0,099/3,1) \cdot 100\% = 3,2\%$

Содержание добавки золота от массы фотокаталитически активного диоксида титана составляет $-(0,001/0,1) \cdot 100\% = 1\%$.

Полученный образец назвали О7.

Полученный образец назвали О7.

Пример 8

Аналогичен примеру 2, с тем исключением, что вместо алюмофосфатной связки в состав пропиточного раствора входит магнийфосфатная связка, а сушку готового фотокатализатора-адсорбента проводят путем плавного нагрева до температуры

210°C в течение 1 ч и с последующим выдерживанием при этой температуре в течение 3 ч.

Площадь поверхности угля составляет 1800 м², что более чем в 2 раза превосходит площадь поверхности нанесенного TiO₂, которая равна 10,5 м².

Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет - (1,5/3)·100%=50%.

Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от массы фотокатализатора-адсорбента составляет (0,03/3,53)·100%=0,85%.

Полученный образец назвали О8.

Проведение испытаний.

Испытания активности и адсорбционной способности синтезированных фотокатализаторов-адсорбентов проводят в реакции фотокаталитического окисления паров ацетона:



В статический реактор объемом 450 см³ помещают исследуемый образец, напускают пары ацетона и следят с помощью газового хроматографа за изменением концентрации паров ацетона и углекислого газа. По форме кривых определяют эффективность образца.

Для примера на Фиг.1 представлены графики убыли концентрации ацетона, а на Фиг.2 - графики накопления концентрации CO₂ для образцов О1 и О2. Из Фиг.1 видно, что в начальный момент адсорбируется 42% паров ацетона на образце О2, в то время как образец О1 не адсорбирует ацетон в начальный момент. Время убыли концентрации ацетона до уровня 10% от начального введенного количества составляет 45 мин для образца О2 и 150 мин для образца О1. Согласно Фиг.2 конечная степень превращения ацетона одинакова для обоих случаев и соответствует 100%.

Аналогичные графические зависимости были получены для остальных образцов, а полученные параметры приведены в Таблице.

Таблица		
Образец	Доля ацетона, адсорбирующегося в начальный момент, %	Время убыли концентрации ацетона до уровня 10% от начального введенного количества, мин
О1 (сравнительный)	0	150
О2	42	45
О3	41	43
О4	45	48
О5	39	50
О6	44	44
О7	41	45
О8	35	55

Образцы О3, О4 и О7 испытывают в реакции фотокаталитического окисления паров синильной кислоты. Испытания проводят в том же реакторе и при тех же условиях, что окисление паров ацетона. Начальная концентрация паров HCN составляет 100 ppm.

Скорость убыли концентрации паров HCN, измеренная за первые 60 мин реакции фотоокисления, составляет 0,015 ppm/мин, 1,09 ppm/мин и 0,96 ppm/мин для образцов О3, О4 и О7 соответственно.

Таким образом, образцы О2-О8 более чем в 3 раза быстрее удаляют из загрязненного воздуха органические примеси по сравнению с образцом О1, не обладающим адсорбционной активностью, причем степень очистки воздуха при их

использовании также составляет 100%. Кроме того, все образцы, содержащие в своем составе адсорбент, в первоначальный момент способны адсорбировать до 40% и более органической примеси.

5 Введение добавок серебра и золота в состав приводит к увеличению фотокаталитической активности в окислении паров синильной кислоты в 72 и 64 раза соответственно.

Пример 9.

10 Сетку размером 3×3 см массой 0,5 грамм пропитывают смесью следующего состава: к 8 мл H_2O добавляют 5 мл 0,1 М HCl и 25 мл тетраэтилортосиликата (ТЭОС) и 0,5 г активированного угля марки ОУ-А (удельная поверхность $1200 \text{ м}^2/\text{г}$). Полученную смесь перемешивают при комнатной температуре 10 мин. Пропитанный носитель сушат в течение 1 ч при температуре 100°C и далее прокалывают в течение 2 ч при температуре 400°C . 15 Масса нанесенного угля и диоксида кремния SiO_2 , определенная путем взвешивания, составляет 0,05 грамм, а массовая доля угля, определенная по рентгенографическим данным, составляет 20%. Далее носитель пропитывают фотокаталитически активным TiO_2 (анатаз, удельная поверхность $350 \text{ м}^2/\text{г}$). На сетку наносят 0,1 г катализатора.

Общая площадь поверхности силикагеля и угля, образовавшегося в результате гидролиза ТЭОСа, составляет 160 м^2 , что более чем в 2 раза превосходит площадь поверхности нанесенного TiO_2 , которая равна $35,5 \text{ м}^2$.

25 Поскольку в данном случае удельная поверхность угля составляет только 12 м^2 , что много меньше 160 м^2 , то адсорбентом является SiO_2 , несущий так же функцию связующего, а уголь выполняет вспомогательную функцию.

30 Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет - $(0,04/0,05) \cdot 100\% = 80\%$.

Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от массы фотокатализатора-адсорбента составляет $(0,1/0,65) \cdot 100\% = 15,4\%$

Полученный образец назвали О9.

Пример 10.

35 Аналогичен примеру 9 с тем исключением, что фотокаталитически активный TiO_2 (анатаз, удельная поверхность $350 \text{ м}^2/\text{г}$) вводят в состав пропиточного раствора в количестве 0,02 г. Масса нанесенного угля и SiO_2 , определенная путем взвешивания, составляет 0,05 грамм, а массовая доля угля, определенная по рентгенографическим 40 данным, составляет 20%. Количество нанесенного TiO_2 , рассчитанного путем отнимания массы TiO_2 , оставшегося в растворе после нанесения, составляет 0,002 г.

45 Площадь поверхности угля и силикагеля, образовавшегося в результате гидролиза ТЭОСа, составляет 160 м^2 , что более чем в 2 раза превосходит площадь поверхности нанесенного TiO_2 , которая равна $35,5 \text{ м}^2$.

Поскольку в данном случае удельная поверхность угля составляет только 12 м^2 , что много меньше 160 м^2 , то адсорбентом является SiO_2 , несущий также функцию связующего, а уголь выполняет вспомогательную функцию.

50 Содержание адсорбента в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет - $(0,04/0,05) \cdot 100\% = 80\%$.

Содержание фотокаталитически активного диоксида титана в процентах от сухой массы пропиточного состава составляет $(0,002/0,05) \cdot 100\% = 4\%$

Полученный образец назвали О10.

Проведение испытаний.

Было проведено сравнение скоростей фотокаталитического окисления диметилметилфосфоната (ДММФ) в водной суспензии фотокатализатора Degussa P25 (TiO₂: 80% рутил и 20% анатаз, удельная поверхность 50 м²/г) и в том же реакторе с 3 расположенными друг за другом сетками, представляющими собой либо образец О9, либо образец О10. Объем реактора V=150 мл. Начальная концентрация ДММФ C₀=0,75 мМ. Концентрация катализатора Degussa P25 в суспензии 333 мг/л.

Начальная скорость окисления ДММФ в суспензии W₀ составляет 0,70±0,10 мкМ ДММФ/мин. Начальная скорость W₉ окисления с сетками, представляющими собой образец О9, изменяется от 1,55 до 1,75 мкМ ДММФ/мин и варьируется в пределах ошибки измерения в течение 10 экспериментов. Начальная скорость W₁₀ окисления с сетками, представляющими собой образец О10, изменяется от 1,45 до 1,55 мкМ ДММФ/мин и варьируется в пределах ошибки измерения в течение 10 экспериментов.

Таким образом, образцы О9 и О10 демонстрируют более чем двукратное увеличение скорости фотокаталитического окисления за счет использования адсорбента в виде силикагеля SiO₂ в составе фотокатализатора. Кроме того, начальная концентрация ДММФ в случае использования образцов О9 и О10, обладающих адсорбционными свойствами, была на 48% ниже, что важно с практической точки зрения для быстрого удаления загрязнителей из воды.

Из приведенных примеров видно, что предлагаемый катализатор-адсорбент сочетает в себе свойства одновременно сорбента и фотокатализатора, обладает невысоким гидродинамическим сопротивлением, достаточной жесткостью и имеет высокие значения фотокаталитической активности в отношении деструкции органических и неорганических веществ в воде и воздухе.

Формула изобретения

1. Фотокатализатор-адсорбент, характеризующийся тем, что он состоит из неорганического полотна на тканой или нетканой основе, пропитанного составом, содержащим неорганическое связующее, адсорбент и фотокаталитически активный диоксид титана, площадь поверхности адсорбента, по крайней мере, в два раза больше площади поверхности фотокаталитически активного диоксида титана.

2. Фотокатализатор-адсорбент по п.1, отличающийся тем, что в состав неорганического связующего входят соединения кремния, и/или алюминия, и/или магния, а также фосфорная и/или азотная кислоты и/или их соли.

3. Фотокатализатор-адсорбент по п.1, отличающийся тем, что в качестве адсорбента он содержит или соединения на основе угля или на основе диоксида кремния SiO₂ или их смесь.

4. Фотокатализатор-адсорбент по п.1, отличающийся тем, что содержание адсорбента составляет 0,1-95,0% от сухой массы пропиточного состава.

5. Фотокатализатор-адсорбент по п.1, отличающийся тем, что содержание фотокаталитически активного диоксида титана составляет 0,001-4,0% от сухой массы пропиточного состава.

6. Фотокатализатор-адсорбент по п.1, отличающийся тем, что может содержать добавки благородных металлов, таких, как серебро, золото, платина, палладий, в количестве не более 1,0% от сухой массы пропиточного состава.

7. Фотокатализатор-адсорбент, характеризующийся тем, что он состоит из

неорганического полотна на тканой или нетканой основе, пропитанного составом, содержащим неорганическое связующее и адсорбент, на который нанесен фотокаталитически активный диоксид титана, площадь поверхности адсорбента по крайней мере в два раза больше площади поверхности фотокаталитически активного диоксида титана.

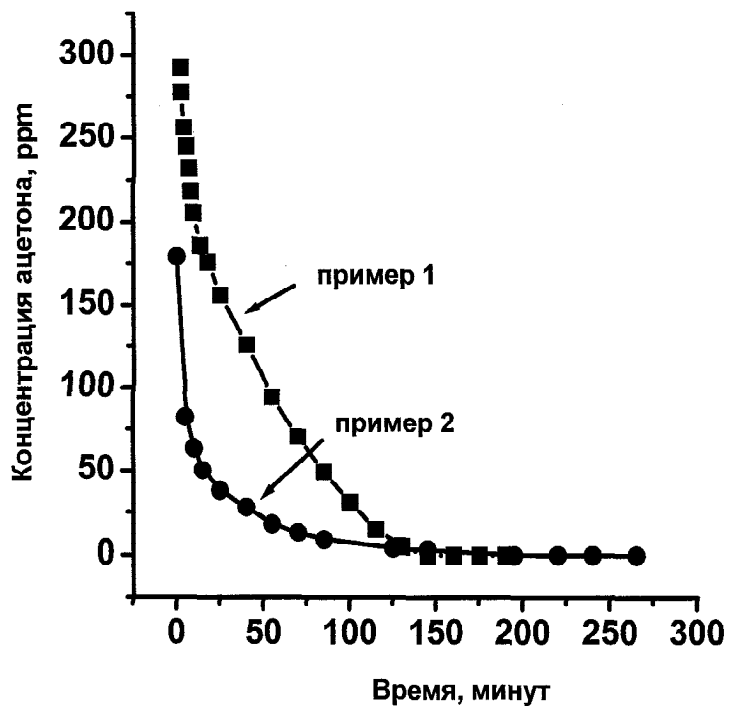
8. Фотокатализатор-адсорбент по п.7, отличающийся тем, что в состав неорганического связующего входят соединения кремния, и/или алюминия, и/или магния, а также фосфорная и/или азотная кислоты и/или их соли.

9. Фотокатализатор-адсорбент по п.7, отличающийся тем, что в качестве адсорбента могут быть использованы или соединения на основе угля или на основе диоксида кремния SiO_2 или их смесь.

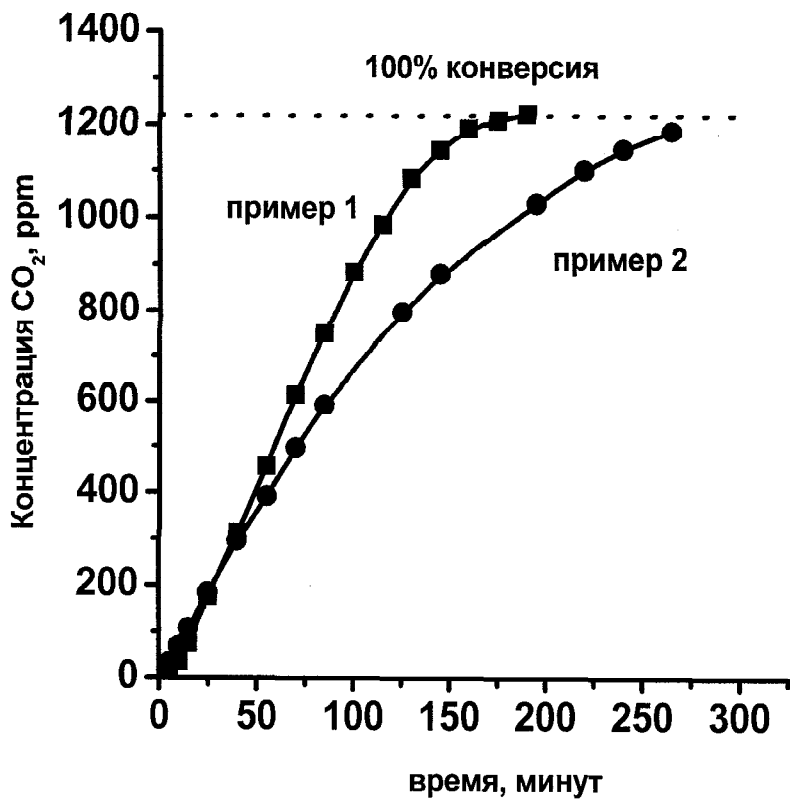
10. Фотокатализатор-адсорбент по п.7, отличающийся тем, что содержание адсорбента составляет 0,1-99,0% от сухой массы пропиточного состава.

11. Фотокатализатор-адсорбент по п.7, отличающийся тем, что содержание фотокаталитически активного диоксида титана составляет 0,001-20,0% от массы фотокатализатора-адсорбента.

12. Фотокатализатор-адсорбент по п.7, отличающийся тем, что может содержать добавки благородных металлов, таких, как серебро, золото, платина, палладий, в количестве не более 1,0% от массы фотокаталитически активного диоксида титана.



Фиг.1



Фиг.2