

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039152**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.10

(21) Номер заявки
202100133

(22) Дата подачи заявки
2021.03.17

(51) Int. Cl. *A61L 9/03* (2006.01)
A61L 9/20 (2006.01)
F24F 3/16 (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01)
B01J 21/06 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА И СПОСОБ ДИНАМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТЕПЕНИ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В НЁМ

(43) **2021.12.09**

(96) **2021/ЕА/0017 (ВУ) 2021.03.17**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

ОРЛОВА ГАЛИНА ПЕТРОВНА (ВУ)

(56) GB-A-2472509
RU-C1-2259866
WO-A1-2006126946
CN-A-109844411
US-A1-20180169580
FR-A1-2949685

(74) Представитель:

Беляева Е.Н., Беляев С.Б., Сапега Л.Л. (ВУ)

(57) Заявляемое изобретение относится к области очистки воздуха и газов от органических и неорганических примесей и может найти применение в быту, лечебных учреждениях, в производственных помещениях и т.д. Предложено устройство фотокаталитической очистки воздуха, содержащее средство (6) перемещения воздуха, расположенные в канале (5) носители (2) с каталитическим покрытием, собранные параллельно с зазором (3) по меньшей мере в один модуль (1) фотокаталитического окисления, выполненный с возможностью освещения по меньшей мере с одной из сторон по меньшей мере, одним источником (4) излучения, выполненным с возможностью освещения в непрерывном или импульсном режиме, и каждый указанный модуль (1) и по меньшей мере один соответствующий источник (4) излучения образуют фотокаталитический блок (7). В фотокаталитическом блоке (7) непрерывный режим освещения использован для спектра излучения в диапазоне от 200 до 400 нм, а импульсный режим освещения реализован ксеноновыми лампами со спектром излучения в диапазоне от 200 до 1000 нм, при этом фотокаталитический блок (7) выполнен с возможностью регулирования и поддержания температуры каталитического покрытия на носителе (2) посредством указанных ксеноновых ламп, отношение площади поперечного сечения фотокаталитического блока (7) в канале (5) к площади носителей (2) принадлежит интервалу 1/66 - 1/193, причём длины носителей (2) обусловлены на этапе проектирования односторонним или двусторонним освещением модуля (1) фотокаталитического окисления и материалом носителя (2), содержит не менее двух фотокаталитических блоков (7), при этом блоки установлены последовательно с возможностью независимого удалённого управления включением/выключением их в работу. Также предложен способ динамического регулирования степени фотокаталитической очистки воздуха в заявляемом устройстве.

B1

039152

039152

B1

Изобретение относится к области очистки воздуха и газов от органических и неорганических примесей и может найти применение в быту, лечебных учреждениях, в производственных помещениях, складах и т.д.

Фотокаталитический очиститель воздуха - это устройство для уменьшения летучих органических соединений в воздухе помещения. На поверхность носителей очистителя наносится фотокаталитическое покрытие на основе диоксида титана, поглощающее УФ излучение и дополнительно повышающее эффективность обеззараживания и очистки воздуха за счет фотокатализа. В процессе фотокатализа диоксид титана, поглощая ультрафиолет, продуцирует свободные радикалы, которые эффективно окисляют органику, в том числе, вирусы, бактерии, другие микроорганизмы и, кроме того, летучие органические соединения, разлагаются до безопасных молекул воды и углекислого газа [1]. Таким образом, применение фотокаталитического воздухоочистителя является полезным для улучшения качества воздуха в помещениях.

Так, известен фотокаталитический воздухоочиститель, в котором процесс очистки воздуха и газов от органических и неорганических примесей с использованием фотокатализа основан на том, что молекулы загрязняющих воздух или газ соединений распадаются до безопасных веществ при реакциях в присутствии каталитического покрытия, например, диоксида титана под действием ультрафиолетового излучения со спектром излучения в диапазоне от 200 до 400 нм. При этом диоксид титана, как правило, наносят на подложку из металла в разных формах, в фазах анатаза, рутила и их сочетаний [2]. Эффективность очистки предложено достигать путем увеличения длины носителей с покрытием из диоксида титана, при этом расчет длины и площади носителей не предложен.

Также известен воздухоочиститель с фотокаталитическим окислением, содержащий средство помещения воздуха, создающее поток воздуха через канал, расположенные в канале элементы фотокаталитического окисления, которые освещает источник излучения в спектре ультрафиолетового излучения [3].

Также известны устройства, реализующие способ очистки, при котором используется очистка с проходом очищаемой среды через несколько фотокаталитических блоков очистителя.

Также известен способ фотокаталитической очистки газов [4] окислением с использованием фотокатализатора на основе диоксида титана. При этом исходную газовую смесь, содержащую окисляемые вещества, насыщают парами пероксида водорода. При этом чередуют керамические носители с каталитическим покрытием в виде диоксида титана и ультрафиолетовые лампы.

Недостатком данного решения является отсутствие расчета размеров керамических носителей и в связи с этим размеров и количества ламп, а также не рассмотрен вопрос об определении количества блоков очистки для достижения требуемой степени очистки.

Также существует очиститель воздуха от газообразных примесей [5], который содержит встроенный в систему вентиляции блок, состоящий из размещенных в корпусе источника ультрафиолетового излучения и фотокаталитического элемента в виде по меньшей мере одного пакета, набранного из отдельных тонкостенных носителей. Однако при этом не дано рекомендаций по оптимальному выбору геометрических размеров носителей и их количества.

Существует способ очистки и обеззараживания воздуха окислением с использованием фотокатализатора на основе диоксида титана и источника ультрафиолетового излучения. При этом в качестве катализатора используют аэрозольное облако нанопорошка диоксида титана, который аэрируют и распыляют из предварительно заполненного контейнера продуктами сгорания газогенератора с зарядом низкотемпературного твердого топлива, и используют не менее трех источников излучения, которые располагают равномерно по периферии аэрозольного облака [6].

При этом предложены формулы определения скорости гетерогенно катализированных фотохимических реакций только в зависимости от параметров наночастиц диоксида титана без коррекции на кратность очистки и достигаемый результат.

Также известно, что зависимость скорости фотокаталитического окисления загрязнений на диоксиде титана от температуры имеет максимум, значение которого определяется видом загрязнения и наличием воды.

Известно, что диоксид титана существует в виде нескольких форм, различающихся типом молекулярной решетки. В настоящее время для целей фотокатализа применяются два покрытия: в форме рутила и анатаза. Фирма "EvonikIndustrials" предлагает для фотокатализа мелкодисперсный чистый диоксид титана AEROXIDE® TiO₂ P 25, представляющий собой сочетание анатаза и кристаллической структуры рутила. Высокую эффективность AEROXIDE® TiO₂ P 25 объясняют именно наличием в составе порошков разных структурных модификаций, что эффективнее разделяет носителей заряда.

Фирма SachtlebenChemieGmbH, Германия, выпускает чистый анатазный фотокатализатор TiO₂ Nombikat UV100 с очень высокими фотокаталитическими свойствами, связывая это с возможностью быстрого межфазового переноса электронов в структуре катализатора.

При этом в предложениях от указанных производителей нет информации об оптимизации катализатора в зависимости от вида загрязнения.

Также известно применение импульсных ксеноновых ламп с широким спектром излучения от 200

до 1000 нм при котором бактериальное обеззараживание обеспечивается прямым воздействием без катализатора на биологический объект. Происходит перегрев и разрушение загрязнения за счет превышения подвода энергии от источника излучения над отводом тепловой энергии биологическим объектом.

Однако нам не известны рекомендации по способу регулирования и распределения нагрева катализатора и использованию данного типа ламп для управления нагревом катализатора.

Так как многие каталитические покрытия, в том числе диоксид титана, являются полупроводниками, известна зависимость квантовой эффективности окисления от электрических характеристик запрещенной зоны, однако рекомендации по управлению электрическим потенциалом для регулирования процессов катализа отсутствуют.

Также отсутствуют решения, способствующие активному перемешиванию потока очищаемой газовой среды для активации контакта с катализатором.

Наиболее близким из известных по совокупности существенных признаков к заявляемому устройству фотокаталитической очистки воздуха и способу динамического регулирования степени фотокаталитической очистки воздуха в нём является упомянутый выше воздухоочиститель с фотокаталитическим окислением [3]. Патент подробно описывает физические свойства компонентов очистителя, но не дает возможности оптимизировать эффективность очистки и определить минимально достаточные размеры компонентов для требуемой степени очистки.

При этом следует отметить, что из уровня техники не известен расчетный способ управления процессом катализа с дифференцированием переменных параметров загрязнений по времени, т.е. не используется динамическое регулирование параметров и моментов включения/выключения блоков очистки. Наиболее распространенным является метод отбора проб, занимающий много времени и недостаточно прогнозирующий поведение системы.

Таким образом, задачей изобретения является разработка устройства фотокаталитической очистки воздуха и способа динамического регулирования степени фотокаталитической очистки воздуха в нём, которые обеспечивали бы высокую эффективность очистки воздуха при оптимальном динамическом регулировании степени очистки воздуха и при оптимальных геометрических размерах и соотношении размеров активных компонентов устройства с каталитическим покрытием, а также определение количества блоков очистки и количества проходов при очистке по анализу световых потоков и активности первого блока.

Поставленная задача решается, и технические результаты достигаются с помощью заявляемого устройства фотокаталитической очистки воздуха, содержащего средство перемещения воздуха, создающее поток воздуха через канал, расположенные в канале носители с каталитическим покрытием, активным в спектре излучения от инфракрасного до ультрафиолетового, при этом носители собраны параллельно с зазором по меньшей мере в один модуль фотокаталитического окисления, причём указанный модуль выполнен с возможностью освещения по меньшей мере с одной из сторон по меньшей мере одним источником излучения, выполненным с возможностью освещения в непрерывном или импульсном режиме, и каждый модуль фотокаталитического окисления и по меньшей мере один соответствующий источник излучения образуют фотокаталитический блок. При этом в фотокаталитическом блоке непрерывный режим освещения использован для спектра излучения в диапазоне от 200 до 400 нм, а импульсный режим освещения реализован ксеноновыми лампами со спектром излучения в диапазоне от 200 до 1000 нм. При этом фотокаталитический блок выполнен с возможностью регулирования и поддержания температуры каталитического покрытия на носителе посредством указанных ксеноновых ламп, отношение площади поперечного сечения фотокаталитического блока в канале к площади носителей с каталитическим покрытием принадлежит интервалу $1/66 - 1/193$, причём длины носителей обусловлены на этапе проектирования односторонним или двусторонним освещением модуля фотокаталитического окисления и материалом носителя, содержит не менее двух фотокаталитических блоков, при этом блоки установлены последовательно с возможностью независимого удалённого управления включением/выключением их в работу.

В предпочтительных формах реализации каталитическое покрытие носителей выполнено из диоксида титана, предпочтительно, в фазах анатаза или рутила.

В наиболее предпочтительных формах реализации фотокаталитический блок выполнен с возможностью регулирования и поддержания температуры каталитического покрытия на носителе путём нагрева за счёт излучения части спектра источника излучения, за счёт изменения режима освещения.

Также в предпочтительных формах реализации фотокаталитический блок выполнен с возможностью регулирования и поддержания знака и величины потенциала каталитического покрытия на носителе путём подключения к источнику электричества или заземления. Это ускоряет реакции окисления и повышает безопасность устройства, так как очищаемый воздух с примесями может быть взрывоопасным.

Предпочтительно длина носителей при освещении модуля фотокаталитического окисления источником освещения, расположенным с одной стороны, для носителя из нержавеющей стали составляет не более 50 мм, для носителя из алюминия не более 145 мм, а при освещении модуля фотокаталитического окисления источниками освещения, расположенными с противоположных сторон, для носителя из нержавеющей стали составляет не более 100 мм, для носителя из алюминия не более 290 мм.

В предпочтительных формах реализации при освещении модуля фотокаталитического окисления по меньшей мере двумя источниками излучения каждый из источников излучения выполнен с возможностью освещения в непрерывном или импульсном режиме независимо от другого источника излучения. При этом в импульсном режиме лучше обеспечивается прогрев каталитического покрытия из диоксида титана.

Также в предпочтительных формах реализации при освещении модуля фотокаталитического окисления по меньшей мере двумя источниками излучения один из них выполнен с возможностью освещения в непрерывном, а второй - в импульсном режиме попеременно, либо источники излучения выполнены с возможностью освещения только в одном режиме.

В предпочтительных формах реализации при очистке воздуха от ацетона, аммиака, этилацетата и других веществ, легко разлагаемых на каталитическом покрытии носителей, отношение площади поперечного сечения модуля фотокаталитического окисления в канале к площади носителей выбрано из интервала 1/66 - 1/97.

В альтернативных формах реализации при очистке воздуха от формальдегидов, алифатических углеводородов C_1-C_{10} , угарного газа, выхлопных газов, сигаретного дыма и других веществ, трудно разлагаемых на каталитическом покрытии носителей, отношение площади поперечного сечения модуля фотокаталитического окисления в канале к площади носителей, выбрано из интервала 1/97 - 1/193.

Предпочтительно носители расположены под наклоном по отношению к оси канала. Это позволяет исключить ламинарные потоки очищаемого воздуха, вследствие чего повышается эффективность очистки.

В предпочтительных формах реализации при наличии двух и более фотокаталитических блоков соседние фотокаталитические блоки расположены под различными углами наклона к оси канала, при этом по меньшей мере часть фотокаталитических блоков может быть расположена под углом наклона, равным 0° .

В каждой из форм реализации поток воздуха сформирован с возможностью прохождения через канал в режиме, выбранном из режима вытяжной вентиляции, режима приточной вентиляции и режима рециркуляции.

Поставленная задача решается, и технические результаты достигаются также заявляемым способом динамического регулирования степени фотокаталитической очистки воздуха в устройстве, включающим пропускание потока очищаемого воздуха последовательно через выполненные с возможностью удалённого независимого управления включением/выключением в работу отдельных фотокаталитических блоков в зависимости от физико-химических характеристик носителей и каталитического покрытия на носителях модулей фотокаталитического окисления, определение количества последовательно установленных фотокаталитических блоков, подлежащих включению в работу, и определение момента включения/выключения каждого фотокаталитического блока в работу. При этом количество последовательно установленных фотокаталитических блоков, подлежащих включению в работу в режиме вытяжной вентиляции и в режиме приточной вентиляции, определяют по степени очистки в первом фотокаталитическом блоке, а в режиме рециркуляции по степени очистки в первом проходе в первом фотокаталитическом блоке дополнительно определяют количество проходов очищаемого воздуха, причём степень очистки во втором и последующих фотокаталитических блоках и проходах в указанных режимах определяют, исходя из величины степени очистки в первом блоке и проходе, соответственно.

В наиболее предпочтительных формах реализации заявляемого способа степень очистки во втором и последующих фотокаталитических блоках определяют по следующим формулам:

для режима вытяжной и приточной вентиляции суммарная степень очистки после второго блока

$$C_{12} = 2C_1 - 0,01C_1^2, \quad (1)$$

где C_1 - степень очистки после первого блока, %, C_{12} - суммарная степень очистки после первого и второго блоков, %;

для режима вытяжной и приточной вентиляции суммарная степень очистки после третьего блока

$$C_{123} = 3C_1 - 0,03C_1^2 + 0,0001C_1^3, \quad (2)$$

где C_{123} - суммарная степень очистки после первого, второго и третьего блока, %;

для режима рециркуляции степень очистки после первого блока

$$K_h = [(K_n \times (0,01 \times C_1)^{((V_u/V_r)^{xh-1})} + K_g) \times V_r] / V_u, \quad (3)$$

для режима рециркуляции суммарная степень очистки после второго блока

$$K_h = [(K_n \times (2C_1 - 0,01C_1^2)^{((V_u/V_r)^{xh-1})} + K_g) \times V_r] / V_u, \quad (4)$$

для режима рециркуляции суммарная степень очистки после третьего блока

$$K_h = [(K_n \times (3C_1 - 0,03C_1^2 + 0,0001C_1^3)^{((V_u/V_r)^{xh-1})} + K_g) \times V_r] / V_u, \quad (5)$$

где в формулах (3)-(5)

K_h - остаточная концентрация после очистки, %,

h - время работы рециркулятора, ч,

C_1 - степень очистки после первого блока, %,

K_n - начальная концентрация загрязняющих веществ в помещении, %,

K_g - дополнительные выбросы загрязняющих веществ от K_n , %/ч,

V_r - объем помещения, м³,

$$V_r = V_u \times K_n / (K_n \times C_1^{((V_u/V_r) \times h - 1)} + K_g), \quad (6)$$

V_u - производительность рециркулятора, м³/ч,

$$V_u = [(K_n \times C_1^{((V_u/V_r) \times h - 1)} + K_g) \times V_r] / K_n. \quad (7)$$

Предложенное решение по расчету длины носителей диоксида титана в фотокаталитическом очистителе и выбору соотношения площади канала прохода очищаемого воздуха к общей площади носителей обеспечивает высокую эффективность по соотношению степень очистки/стоимость очистки, а определение количества блоков и проходов при очистке по предложенным формулам обеспечивает достижение устанавливаемой экологическими нормативами высокой эффективности очистки воздуха.

Кроме указанных выше технических результатов, реализация заявляемого устройства дополнительно обеспечивает защиту экологии через сокращение количества используемых материалов для компонентов устройства и электроэнергии на технологический процесс очистки.

В предпочтительных формах реализации заявляемого способа регулируют температуру каталитического покрытия на носителе, причём температуру выбирают по значению температуры наивысшей скорости фотокаталитического окисления одного загрязнения, предпочтительно, загрязнения, преобладающего по количеству в общем составе загрязнений.

Также в предпочтительных формах реализации заявляемого способа регулируют температуру каталитического покрытия на носителе, причём температуру выбирают по наименьшему среднеквадратическому отклонению от значения температур наивысших скоростей фотокаталитического окисления у всех удаляемых загрязнений. Данную форму реализации заявляемого способа применяют, предпочтительно, когда загрязняющих воздух веществ несколько и они в близкой по величине концентрации.

В предпочтительных формах реализации заявляемого способа регулируют температуру каталитического покрытия на носителе, причём температуру выбирают с учётом значения температур наивысших скоростей окисления и удельных концентраций удаляемых загрязнений. Данную форму реализации заявляемого способа применяют, предпочтительно, когда загрязняющих воздух веществ несколько и их концентрации значительно отличаются.

В предпочтительных формах реализации заявляемого способа регулируют температуру каталитического покрытия на носителе, причём температуру выбирают переменной по длине носителя в модуле фотокаталитического окисления. Переменная по длине носителя температура каталитического покрытия позволяет обеспечить совпадение температур наивысших скоростей окисления для различных загрязнений.

В предпочтительных формах реализации заявляемого способа химический состав каталитического покрытия, включая соотношение компонентов, выбирают по значению наивысшей скорости фотокаталитического окисления одного загрязнения, предпочтительно, загрязнения, по количеству преобладающего в общем составе.

В альтернативных формах реализации заявляемого способа химический состав каталитического покрытия, включая соотношение компонентов выбирают по наименьшему среднеквадратическому отклонению от значения наивысших скоростей фотокаталитического окисления у всех удаляемых загрязнений. Данную форму реализации заявляемого способа применяют, предпочтительно, при сопоставимых пропорциях загрязнений.

В предпочтительных формах реализации заявляемого способа регулируют характеристики электрического потенциала носителя с каталитическим покрытием, причём значение и полярность электрического потенциала выбирают по значению и полярности потенциала наивысшей скорости фотокаталитического окисления одного загрязнения, предпочтительно, загрязнения, по количеству преобладающего в общем составе.

В альтернативных формах реализации заявляемого способа регулируют характеристики электрического потенциала носителя с каталитическим покрытием, причём значение и полярность электрического потенциала выбирают по наименьшему среднеквадратическому отклонению от значения электрических потенциалов наивысших скоростей фотокаталитического окисления для каждого из удаляемых загрязнений. Данную форму реализации заявляемого способа применяют, предпочтительно, при сопоставимых пропорциях загрязнений.

В предпочтительных формах реализации заявляемого способа момент включения/выключения фотокаталитического блока в работу определяют по расчёту времени достижения предельно допустимого уровня загрязнения после фотокаталитического блока путём дифференцирования по времени скорости каталитического разложения загрязнений и скорости изменения количества загрязнений.

Дополнительно момент включения/выключения блока в работу следует связать с расчетом времени достижения предельно допустимого уровня загрязнения путём дифференцирования по времени скорости

каталитического разложения загрязнений и скорости изменения количества загрязнений с последующим сравнением времени приближения искомым дифференциалов к нулевому значению, что является динамическим регулированием и важно при удаленном управлении процессом очистки.

Определения оптимальных конструктивных и технологических параметров получены на основе разработанных и приведенных ниже в описании автором формул расчёта потерь света, необходимого для процесса катализа по анализу схем исследования потерь света от источника ультрафиолетового излучения в пакете носителей с каталитическим покрытием, повышение скорости реакций получено путем управления температурой и потенциалом покрытия и в связи с видом и соотношением загрязнений, а динамическое регулирование производится по дифференцированию по времени концентраций загрязнений и скорости реакции разложения.

Упомянутые выше и другие достоинства, преимущества и особенности заявляемого изобретения далее будут рассмотрены более подробно на некоторых из возможных, но неограничивающих примерах реализации заявляемых устройства фотокаталитической очистки воздуха и способа динамического регулирования степени фотокаталитической очистки воздуха в нём со ссылками на позиции фигур чертежей, на которых схематично представлены:

фиг. 1 - устройство фотокаталитической очистки воздуха с одним модулем фотокаталитического окисления;

фиг. 2 - устройство фотокаталитической очистки воздуха с двумя модулями фотокаталитического окисления;

фиг. 3 - устройство фотокаталитической очистки воздуха с тремя модулями фотокаталитического окисления;

фиг. 4 - общий вид устройства фотокаталитической очистки воздуха;

фиг. 5 - схема расположения модулей фотокаталитического окисления под наклоном;

фиг. 6 - схема к расчёту рабочей длины носителей при прямом освещении;

фиг. 7 - график зависимости освещённости точечным источником от косинуса угла падения света на носитель с каталитическим покрытием;

фиг. 8 - график зависимости освещённости от косинуса угла падения света на носитель с каталитическим покрытием при прямом облучении ультрафиолетовым источником излучения с одной стороны модуля фотокаталитического окисления, совмещённый с графическим изображением зазора между носителями;

фиг. 9 - график зависимости освещённости от косинуса угла падения света на носители с катализатором при прямом облучении ультрафиолетовым источником излучения с двух сторон модуля фотокаталитического окисления, совмещённый с графическим изображением зазора между носителями;

фиг. 10 - график зависимости освещённости от количества отражений для нержавеющей стали и алюминия;

фиг. 11 - график зависимости освещённости от числа отражений с ультрафиолетовым источником излучения с одной стороны модуля фотокаталитического окисления, совмещённый с графическим изображением зазора между носителями из нержавеющей стали;

фиг. 12 - график зависимости освещённости от числа отражений с ультрафиолетовым источником излучения с двух сторон модуля фотокаталитического окисления, совмещённый с графическим изображением зазора между носителями из нержавеющей стали;

фиг. 13 - график зависимости освещённости от числа отражений с ультрафиолетовым источником излучения с одной стороны модуля фотокаталитического окисления, совмещённый с графическим изображением зазора между носителями из алюминия;

фиг. 14 - график зависимости освещённости от числа отражений с ультрафиолетовым источником излучения с двух сторон модуля фотокаталитического окисления, совмещённый с графическим изображением зазора между носителями из алюминия;

фиг. 15 - график степени очистки во втором и третьем фотокаталитических блоках в зависимости от степени очистки в первом фотокаталитическом блоке;

фиг. 16 - диаграмма к расчёту отношения площади поперечного сечения фотокаталитического блока в канале к площади носителей.

фиг. 17 - схема измерений при очистке воздуха от ацетона в устройстве с двумя блоками.

фиг. 18 - график изменения концентрации формальдегида в мг/м³ за 20 дней.

фиг. 19 - график изменения концентрации формальдегида в % после включения устройства фотокаталитической очистки.

фиг. 20 - график изменения концентрации VOC (Volatile Organic Compounds -летучие органические смеси) в мг/м³ за 20 дней.

фиг. 21 - график изменения концентрации VOC в % после включения устройства фотокаталитической очистки.

На фиг. 1 схематично изображено устройство фотокаталитической очистки воздуха, содержащее модуль 1 фотокаталитического окисления, в который собраны носители 2 с каталитическим покрытием параллельно с зазором 3. При этом модуль 1 освещен источником 4 излучения.

На фиг. 2 схематично изображено устройство фотокаталитической очистки воздуха, содержащее два модуля 1 фотокаталитического окисления с носителями 2 с каталитическим покрытием.

На фиг. 3 схематично изображено устройство фотокаталитической очистки воздуха, содержащее три модуля 1 фотокаталитического окисления с носителями 2 с каталитическим покрытием.

На фиг. 4 схематично изображен общий вид устройства фотокаталитической очистки воздуха, где модули 1 фотокаталитического окисления находятся в канале 5, при этом проход очищаемой среды обеспечивает средство 6 перемещения воздуха, в частности, вентилятор. При этом каждый модуль 1 фотокаталитического окисления и соответствующий источник излучения 4 образуют фотокаталитический блок 7.

На фиг. 5 представлена схема расположения модулей фотокаталитического окисления под наклоном в канале 5.

На фиг. 6 представлены источник 4 излучения, на поверхности которого выделен точечный источник света 8, лучи света 9 в зазоре 3, углы θ падения лучей 9 света от источника 4 излучения на поверхность носителей 2 с каталитическим покрытием. Под носителями 2 изображена шкала 10 длин, проградуированная в мм.

На фиг. 7 представлен график падения освещённости E в зазоре 3 в функции косинуса угла θ падения лучей 9 света от источника 4 излучения на поверхность носителей 2 с каталитическим покрытием.

На фиг. 8 представлен график падения освещённости E в зазоре 3, равном 3 мм в функции косинуса угла θ падения прямых лучей 9 света от источников 4 излучения, расположенных с одной стороны, на поверхность носителей 2 с каталитическим покрытием. Под графиком изображена шкала 10 длин, проградуированная в мм.

На фиг. 9 представлен график изменения освещённости E в зазоре 3, равном 3 мм в функции косинуса угла θ падения прямых лучей 9 света от источников 4 излучения, расположенных с двух сторон, на поверхность носителей 2 с каталитическим покрытием. Под графиком изображена шкала 10 длин, проградуированная в мм.

На фиг. 10 представлен график зависимости освещённости E от количества отражений для нержавеющей стали и алюминия падение освещённости в зависимости от количества отражений света в зазоре 3 для носителя 2 из нержавеющей стали 11 и алюминия 12.

На фиг. 11 представлен график зависимости освещённости E от числа отражений света в зазоре 3 с ультрафиолетовым источником 4 излучения с одной стороны модуля 1 фотокаталитического окисления между носителями 2 из нержавеющей стали.

На фиг. 12 представлен график зависимости освещённости E от числа отражений света в зазоре 3 с ультрафиолетовым источником 4 излучения с двух сторон модуля 1 фотокаталитического окисления между носителями 2 из нержавеющей стали.

На фиг. 13 представлен график зависимости освещённости E от числа отражений света в зазоре 3 с ультрафиолетовым источником 4 излучения с одной стороны модуля 1 фотокаталитического окисления между носителями 2 из алюминия.

На фиг. 14 представлен график зависимости освещённости E от числа отражений света в зазоре 3 с ультрафиолетовым источником 4 излучения с двух сторон модуля 1 фотокаталитического окисления между носителями 2 из алюминия.

На фиг. 15 представлен график степени очистки во втором и третьем фотокаталитических блоках 7 в зависимости от степени очистки в первом фотокаталитическом блоке 7.

На фиг. 16 представлена диаграмма отношения скоростей окисления для угарного газа 13, бензина 14, изобутана 15, выхлопных газов 16 автомобилей, табачного дыма 17, этилацетат 18, аммиака 19 и ацетона 20.

На фиг. 17 представлена схема измерений при очистке воздуха от ацетона в устройстве с двумя блоками.

На фиг. 18-21 приведены графики изменения концентрации загрязнений после включения устройства очистки. На фиг. 18 представлен график изменения концентрации формальдегида в $\text{мг}/\text{м}^3$ за 20 дней. Точка $0,85 \text{ мг}/\text{м}^3$ на графике - момент включения устройства очистки. На фиг. 19 представлен график изменения концентрации формальдегида в % после включения устройства очистки. За 100% принята точка $0,85 \text{ мг}/\text{м}^3$ на графике - момент включения устройства очистки. На фиг. 20 представлен график изменения изменение концентрации VOC в $\text{мг}/\text{м}^3$ за 20 дней. Точка $5,8 \text{ мг}/\text{м}^3$ на графике - момент включения устройства очистки. На фиг. 21 представлен график изменения концентрации VOC в % после включения устройства очистки. За 100% принята точка $5,8 \text{ мг}/\text{м}^3$ на графике - в момент включения устройства очистки.

Заявляемое устройство фотокаталитической очистки воздуха с реализацией заявляемого способа динамического регулирования степени фотокаталитической очистки воздуха в нём функционирует следующим образом.

Модуль 1 фотокаталитического окисления собирают из носителей 2 из нержавеющей стали или алюминия, являющихся подложкой для нанесения каталитического покрытия, при этом носители 2 рас-

положены параллельно с образованием зазора 3. Модуль 1 фотокаталитического окисления освещен источником 4 излучения, при этом указанный модуль 1 находится в канале 5. С одной или двух сторон модуля 1 фотокаталитического окисления установлен по меньшей мере один источник 4 излучения в виде источников ультрафиолетового излучения, люминесцентных ламп или светодиодов. Очищаемый воздух пропускают через канал 5 с прямоугольным, круглым или иной формы сечением посредством средства 6 перемещения воздуха в виде вентилятора.

Каждый модуль 1 фотокаталитического окисления и соответствующий источник излучения 4 образуют фотокаталитический блок 7.

При проходе очищаемого воздуха на каталитическом покрытии в присутствии ультрафиолета и воды происходит ранее упомянутый со ссылкой на уровень техники процесс очистки.

Заявляемое решение о применении в качестве источника 4 излучения со спектром излучения в диапазоне от 200 до 1000 нм позволяет обеспечить несколько новых эффектов.

Реализовать такой спектр излучения способны импульсные ксеноновые лампы.

Дополнительно ксеноновая лампа обладает активным прогревающим действием на тела, находящиеся под её излучением, а мощность в импульсе составляет от 25000 Вт/см².

Регулированием мощности и длины волны излучения источника 4 излучения происходит регулирование нагрева слоя каталитического покрытия на носителе 2 до температуры максимальной скорости окисления загрязнения. При этом лучистый нагрев слоя каталитического покрытия не нагревает так же сам носитель 2, поэтому нагрев только поверхностного слоя происходит с минимальным расходом электроэнергии. Также с учётом расположения источника 4 излучения и длины носителя 2 появляется возможность регулировать температуру по длине носителя 2 для подбора температуры максимальной скорости окисления для разных загрязнителей.

В зависимости от количества и соотношения концентраций загрязнений появляется возможность выбирать оптимальную температуру.

Носители 2 находятся в потоке очищаемого воздуха, что приводит к электризации поверхности и возникновению электрического потенциала, поэтому его поддерживают и регулируют путём подключения к источнику электричества или заземления.

Значение и полярность электрического потенциала выбирают по значению и полярности потенциала наивысшей скорости фотокаталитического окисления одного загрязнения, предпочтительно, загрязнения, по количеству преобладающего в общем составе или по наименьшему среднеквадратическому отклонению от значения электрических потенциалов наивысших скоростей фотокаталитического окисления для каждого из удаляемых загрязнений.

Эффективность устройства фотокаталитической очистки воздуха зависит также от площади носителей 2 с каталитическим покрытием, а общая площадь носителей 2 определяет стоимость и затраты энергии при работе катализатора.

Оптимизация геометрических размеров очистителя и процесса очистки выполнена на основании приведенных ниже расчётов по потере света в модуле 1 из носителей 2 и скоростей окисления загрязнителей.

Результаты испытаний позволили получить значения степени очистки в первом фотокаталитическом блоке 1 устройства фотокаталитической очистки воздуха, которые приняты опорными при выводе формул для способа определения степени очистки в последующих фотокаталитических блоках 7, а также определения достаточного количества фотокаталитических блоков 7.

Свет от источника 4 излучения, попавший в зазор 3 между носителями 2, ослабевает по мере удаления от края. Поэтому ослабевают реакции окисления на каталитическом слое.

На основании расчёта потерь света в зазоре 3 и экспериментальных данных об эффективности степени очистки одним блоком получены численные данные для рекомендаций по определению эффективной длины носителей 2 в модуле 1 фотокаталитического окисления.

На фиг. 6 рассмотрена освещённость поверхности носителей 2 выделенным на источнике 4 точечным излучателем 8, расположенным с одной стороны и испускающим элементарный луч света 9.

Из закона обратных квадратов следует, что освещённость, создаваемая точечным излучателем 8 обратно пропорциональна расстоянию от точечного излучателя до поверхности и прямо пропорционально косинусу угла θ между направлением светового потока и нормалью к освещаемой поверхности:

$$E = I \times \cos\theta / r^2,$$

где E - освещённость;

θ - угол падения света на поверхность пластины;

I - сила света источника в направлении освещаемой точки;

r - расстояние от источника до освещаемой поверхности.

В связи с тем, что множество точечных излучателей света 8 устанавливается на малом расстоянии от края носителей 2 в сравнении с размерами источника 4, изменением r можно пренебречь, следовательно, основным фактором, влияющим на освещённость, является угол θ .

Зависимость освещённости E от косинуса угла θ показана на фиг. 7 и используется для дальнейших

построений зависимостей. Этот график позволяет также определить минимально приемлемый зазор 3 между носителями по затуханию света.

Зависимость освещенности E от косинуса угла θ при прямом освещении точечным излучателем 8 с одной стороны модуля 1, совмещенная с графическим изображением носителей 2, шкалы 10 длины показана на фиг. 8. При этом график освещенности имеет нулевую точку при угле 90° .

Зависимость освещенности от косинуса угла θ при прямом освещении точечными излучателями 8 с двух сторон модуля 1, совмещенная с графическим изображением носителей 2, шкалы 10 длины показана на фиг. 9. При этом выбор длины носителя 2 для прямого освещения с двух сторон выполнен таким образом, чтобы не просто отсутствовала точка с нулевым освещением, а освещенность не опускалась ниже установленной остаточной освещенности, в данном случае это 10% от начальной величины.

Расчет длины носителей 2 с каталитическим покрытием при прямом освещении по описанной методике пригоден для материалов, обладающих низким коэффициентом отражения. Их применение не является максимально эффективным, в реальности при множестве точечных излучателей происходит многократное отражение от носителей 2 внутри зазора 3, и освещенность оказывается больше, поэтому следует подбирать материал носителя 2 с максимальным отражением при условии нанесения покрытия из диоксида титана.

Расчет рабочей длины носителей 2 при отраженном освещении получен из найденной зависимости доли отраженного света от числа отражений и начальной доли отраженного света:

$$K_i = 10^{(2i-2)} \times K_0^i$$

где K_i - доля отраженного света, в %,

i - число отражений,

K_0 - начальная доля отраженного света, в % при $i=1$.

В качестве материалов для подложки в дальнейшем рассматривались нержавеющая сталь и алюминий.

Результат расчета зависимости освещенности E от количества отражений для нержавеющей стали приведены на фиг. 11.

Результат расчета зависимости освещенности E от количества отражений для алюминия приведены на фиг. 13.

Поскольку при расчётах было применен нижний порог освещенности 10% от начального значения, получены заявляемые длины носителей 2 при освещении модуля 1 фотокаталитического окислителя с одной стороны для носителей из нержавеющей стали составляют не более 50 мм, из алюминия - не более 145 мм. При освещении модуля 1 фотокаталитического окисления с двух сторон длины носителей 2 из нержавеющей стали составляют не более 100 мм, из алюминия - не более 290 мм.

В современном мире одними из основных загрязнителей являются угарный газ, бензин, изобутан, выхлопные газы автомобилей, табачный дым, этилацетат, формальдегид, аммиак и ацетон.

На основании экспериментальных данных о времени разложения получено и заявлено оптимальное соотношение площади поперечного сечения фотокаталитического блока 7 в канале 5 к суммарной площади носителей 2 с каталитическим покрытием в виде диоксида титана в интервале от 1/66 до 1/193.

При высоких концентрациях загрязнений или при высоких требованиях к степени очистки фотокаталитические блоки 7 устанавливаются и работают последовательно. В этом случае эффективнее работают источники 4 ультрафиолетового излучения, но требуется большая мощность на прокачку очищаемого воздуха.

Поэтому расчет числа блоков, количества проходов и ожидаемой степени очистки актуален и проводился на основании эксперимента по изучению степени очистки в одном блоке как опорном.

На основании приведенных формул заявляется способ динамического регулирования степени фотокаталитической очистки воздуха посредством определения числа блоков или количества проходов при рециркуляции, а по дифференцированию скорости разложения загрязнений определяется момент включения/выключения.

Полученные формулы степени очистки во втором и третьем блоках показывают, что при выполнении условия соотношения площадей от 1/66 до 1/193 более трех блоков или проходов при рециркуляции применять нецелесообразно.

Заявляемый способ будет проиллюстрирован также далее на одном из возможных, но не ограничивающем примере его реализации.

Пример 1.

Исходные данные для расчета:

загрязнитель - ацетон;

требуемая степень очистки $80,0 \pm 5\%$.

Для режима вытяжной и приточной вентиляции суммарная степень очистки C_{12} после второго блока рассчитывается по заявляемой формуле:

$$C_{12} = 2C_1 - 0,01C_1^2$$

При этом C_1 - степень очистки ацетона после первого блока определена по пропорции к степени очистки этилацетата, для которого $C_1 = 57,82$.

В табл. 1 приведены рекомендации по выбору соотношения площади поперечного сечения блока 7 к площади носителей 2 в модуле 1 в зависимости от вида загрязнения воздуха. В соответствии с данной табл. 1 отношение площади поперечного сечения фотокаталитического блока 7 в канале 5 к площади носителей 2 для загрязнения в виде ацетона равно 1/66.

Таблица 1. Значения соотношений площади поперечного сечения блока 7 к площади носителей 2 в модуле 1 в зависимости от вида загрязнения воздуха

	Отношение площади поперечного сечения фотокаталитического блока в канале к площади элементов пакета фотокаталитического окисления
Угарный газ	1/193
Бензин	1/182
Метан	1/166
Выхлопные газы	1/152
Сигаретный дым	1/152
Этилацетат	1/116
Аммиак	1/80
Ацетон	1/66

Таким образом, расчет суммарной степени очистки от ацетона C_{12} после второго блока дает $C_{12} = 82,2\%$.

Формулы выведены из зависимостей по степени очистки на опытно-промышленном устройстве фотокаталитической очистки воздуха, выполненном по схеме измерений, представленной на фиг. 17.

Суммарная степень очистки воздуха от ацетона за один проход в двухблочном очистителе по результатам экспериментальных данных равна 82,12%, что говорит о высокой сходимости полученных экспериментальных данных с теоретическим расчётом.

Таким образом, был выполнен теоретический расчёт по одному загрязнению степени очистки другого загрязнения, а экспериментальные данные очистки другого загрязнения, максимально приближённые к расчётному значению.

Источники информации

1. Патент RU 159723U1, опублик. 20.02.2016 г.
2. Патент RU 2497584C1, опублик. 10.11.2013 г.
3. Патент GB 2472509 (A), опублик. 09.02.2011 г.
4. Патент RU 2259866C1, опублик. 10.09.2005 г.
5. Патент RU 2262455C1, опублик. 20.10.2005 г.
6. Патент RU 2450851C2, опублик. 20.05.2012 г.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство фотокаталитической очистки воздуха, содержащее средство (6) перемещения воздуха, создающее поток воздуха через канал (5), расположенные в канале (5) носители (2) с каталитическим покрытием, активным в спектре излучения от инфракрасного до ультрафиолетового, при этом носители (2) собраны параллельно с зазором (3) по меньшей мере в один модуль (1) фотокаталитического окисления, причём указанный модуль (1) выполнен с возможностью освещения по меньшей мере с одной из сторон по меньшей мере одним источником (4) излучения, выполненным с возможностью освещения в непрерывном или импульсном режиме, и каждый модуль (1) фотокаталитического окисления и по меньшей мере один соответствующий источник (4) излучения образуют фотокаталитический блок (7), отличающееся тем, что в фотокаталитическом блоке (7) непрерывный режим освещения использован для спектра излучения в диапазоне от 200 до 400 нм, а импульсный режим освещения реализован ксенонowymi лампами со спектром излучения в диапазоне от 200 до 1000 нм, при этом фотокаталитический блок (7) выполнен с возможностью регулирования и поддержания температуры каталитического покрытия на

носителе (2) посредством указанных ксеноновых ламп, отношение площади поперечного сечения фотокаталитического блока (7) в канале (5) к площади носителей (2) с каталитическим покрытием принадлежит интервалу $1/66 - 1/193$, причём длины носителей (2) обусловлены на этапе проектирования односторонним или двусторонним освещением модуля (1) фотокаталитического окисления и материалом носителя (2), содержит не менее двух фотокаталитических блоков (7), при этом блоки установлены последовательно с возможностью независимого удалённого управления включением/выключением их в работу.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что каталитическое покрытие носителей выполнено из диоксида титана предпочтительно в фазах анатаза или рутила.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что фотокаталитический блок (7) выполнен с возможностью регулирования и поддержания температуры каталитического покрытия на носителе (2) путём нагрева за счёт излучения части спектра источника излучения, за счёт изменения режима освещения.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что фотокаталитический блок (7) выполнен с возможностью регулирования и поддержания знака и величины потенциала каталитического покрытия на носителе (2) путём подключения к источнику электричества или заземления.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что длина носителей (2) при освещении модуля (1) фотокаталитического окисления источником (4) освещения, расположенным с одной стороны, для носителя (2) из нержавеющей стали составляет не более 50 мм, для носителя (2) из алюминия не более 145 мм, а при освещении модуля (1) фотокаталитического окисления источниками (4) освещения, расположенными с противоположных сторон, для носителя (2) из нержавеющей стали составляет не более 100 мм, для носителя (2) из алюминия не более 290 мм.

6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что при освещении модуля (1) фотокаталитического окисления по меньшей мере двумя источниками (4) излучения, каждый из источников (4) излучения выполнен с возможностью освещения в непрерывном или импульсном режиме независимо от другого источника (4) излучения.

7. Устройство по п.1, отличающееся тем, что при освещении модуля (1) фотокаталитического окисления по меньшей мере двумя источниками (4) излучения, один из них выполнен с возможностью освещения в непрерывном, а второй - в импульсном режиме попеременно, либо источники (4) излучения выполнены с возможностью освещения только в одном режиме.

8. Устройство по п.1, отличающееся тем, что при очистке воздуха от ацетона, аммиака, этилацетата и других веществ, легко разлагаемых на каталитическом покрытии носителей (2), отношение площади поперечного сечения модуля (1) фотокаталитического окисления в канале (5) к площади носителей (2) выбрано из интервала $1/66 - 1/97$.

9. Устройство по п.1, отличающееся тем, что при очистке воздуха от формальдегидов, алифатических углеводородов C_1-C_{10} , угарного газа, выхлопных газов, сигаретного дыма и других веществ, трудно разлагаемых на каталитическом покрытии носителей (2), отношение площади поперечного сечения модуля (1) фотокаталитического окисления в канале (5) к площади носителей (2), выбрано из интервала $1/97-1/193$.

10. Устройство по п.1, отличающееся тем, что носители (2) расположены под наклоном по отношению к оси канала (5).

11. Устройство по п.1, отличающееся тем, что при наличии двух и более фотокаталитических блоков (7) соседние фотокаталитические блоки (7) расположены под различными углами наклона к оси канала (5), при этом по меньшей мере часть фотокаталитических блоков (7) может быть расположена под углом наклона, равным 0° .

12. Устройство по любому из пп.1-9, отличающееся тем, что поток воздуха сформирован с возможностью прохождения через канал (5) в режиме, выбранном из режима вытяжной вентиляции, режима приточной вентиляции и режима рециркуляции.

13. Способ динамического регулирования степени фотокаталитической очистки воздуха в устройстве по любому из пп.1-10, включающий пропускание потока очищаемого воздуха последовательно через выполненные с возможностью удалённого независимого управления включением/выключением в работу отдельных фотокаталитических блоков (7) в зависимости от физико-химических характеристик носителей (2) и каталитического покрытия на носителях (2) модулей (1) фотокаталитического окисления, определение количества последовательно установленных фотокаталитических блоков (7), подлежащих включению в работу, и определение момента включения/выключения каждого фотокаталитического блока (7) в работу, при этом количество последовательно установленных фотокаталитических блоков (7), подлежащих включению в работу в режиме вытяжной вентиляции и в режиме приточной вентиляции, определяют по степени очистки в первом фотокаталитическом блоке (7), а в режиме рециркуляции по степени очистки в первом проходе в первом фотокаталитическом блоке (7) дополнительно определяют количество проходов очищаемого воздуха, причём степень очистки во втором и последующих фотокаталитических блоках (7) и проходах в указанных режимах определяют, исходя из величины степени очистки в первом блоке и проходе, соответственно.

14. Способ по п.13, отличающийся тем, что степень очистки во втором и последующих фотокаталитических блоках (7) определяют по следующим формулам:

для режима вытяжной и приточной вентиляции суммарная степень очистки после второго блока

$$C_{12} = 2C_1 - 0,01C_1^2, \quad (1)$$

где C_1 - степень очистки после первого блока, %;

C_{12} - суммарная степень очистки после первого и второго блоков, %;

для режима вытяжной и приточной вентиляции суммарная степень очистки после третьего блока

$$C_{123} = 3C_1 - 0,03C_1^2 + 0,0001C_1^3, \quad (2)$$

где C_{123} - суммарная степень очистки после первого, второго и третьего блока, %; - для режима рециркуляции степень очистки после первого блока

$$K_h = [(K_n \times (0,01 \times C_1)^{(V_u/V_r) \times h - 1} + K_g) \times V_r] / V_u, \quad (3)$$

для режима рециркуляции суммарная степень очистки после второго блока

$$K_h = [(K_n \times (2C_1 - 0,01C_1^2)^{(V_u/V_r) \times h - 1} + K_g) \times V_r] / V_u, \quad (4)$$

для режима рециркуляции суммарная степень очистки после третьего блока

$$K_h = [(K_n \times (3C_1 - 0,03C_1^2 + 0,0001C_1^3)^{(V_u/V_r) \times h - 1} + K_g) \times V_r] / V_u, \quad (5)$$

где в формулах (3)-(5)

K_h - остаточная концентрация после очистки, %;

h - время работы рециркулятора, ч;

C_1 - степень очистки после первого блока, %;

K_n - начальная концентрация загрязняющих веществ в помещении, %;

K_g - дополнительные выбросы загрязняющих веществ от K_n , %/ч;

V_r - объем помещения, м³;

$$V_r = V_u \times K_h / (K_n \times C_1^{(V_u/V_r) \times h - 1} + K_g), \quad (6)$$

V_u - производительность рециркулятора, м³/ч;

$$V_u = [(K_n \times C_1^{(V_u/V_r) \times h - 1} + K_g) \times V_r] / K_h. \quad (7)$$

15. Способ по п.13, отличающийся тем, что регулируют температуру каталитического покрытия на носителе (2), причём температуру выбирают по значению температуры наивысшей скорости фотокаталитического окисления одного загрязнителя, предпочтительно, загрязнителя, преобладающего по количеству в общем составе загрязнений.

16. Способ по п.13, отличающийся тем, что регулируют температуру каталитического покрытия на носителе (2), причём температуру выбирают по наименьшему среднеквадратическому отклонению от значения температур наивысших скоростей фотокаталитического окисления у всех удаляемых загрязнений.

17. Способ по п.13, отличающийся тем, что регулируют температуру каталитического покрытия на носителе (2), причём температуру выбирают с учётом значения температур наивысших скоростей окисления и удельных концентраций удаляемых загрязнений.

18. Способ по п.13, отличающийся тем, что регулируют температуру каталитического покрытия на носителе (2), причём температуру выбирают переменной по длине носителя (2) в модуле (1) фотокаталитического окисления.

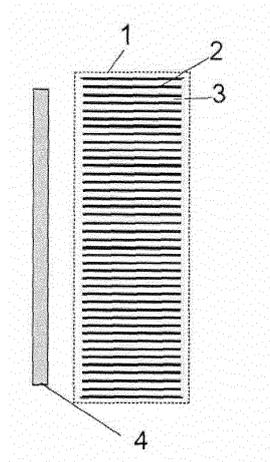
19. Способ по п.13, отличающийся тем, что химический состав каталитического покрытия, включая соотношение компонентов, выбирают по значению наивысшей скорости фотокаталитического окисления одного загрязнителя, предпочтительно, загрязнителя, по количеству преобладающего в общем составе.

20. Способ по п.13, отличающийся тем, что химический состав каталитического покрытия, включая соотношение компонентов, выбирают по наименьшему среднеквадратическому отклонению от значения наивысших скоростей фотокаталитического окисления у всех удаляемых загрязнений.

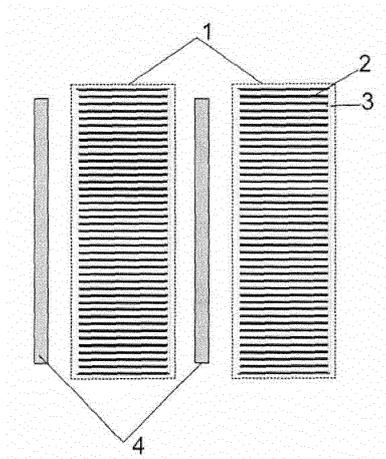
21. Способ по п.13, отличающийся тем, что регулируют характеристики электрического потенциала носителя (2) с каталитическим покрытием, причём значение и полярность электрического потенциала выбирают по значению и полярности потенциала наивысшей скорости фотокаталитического окисления одного загрязнителя, предпочтительно, загрязнителя, по количеству преобладающего в общем составе.

22. Способ по п.13, отличающийся тем, что регулируют характеристики электрического потенциала носителя (2) с каталитическим покрытием, причём значение и полярность электрического потенциала выбирают по наименьшему среднеквадратическому отклонению от значения электрических потенциалов наивысших скоростей фотокаталитического окисления для каждого из удаляемых загрязнений.

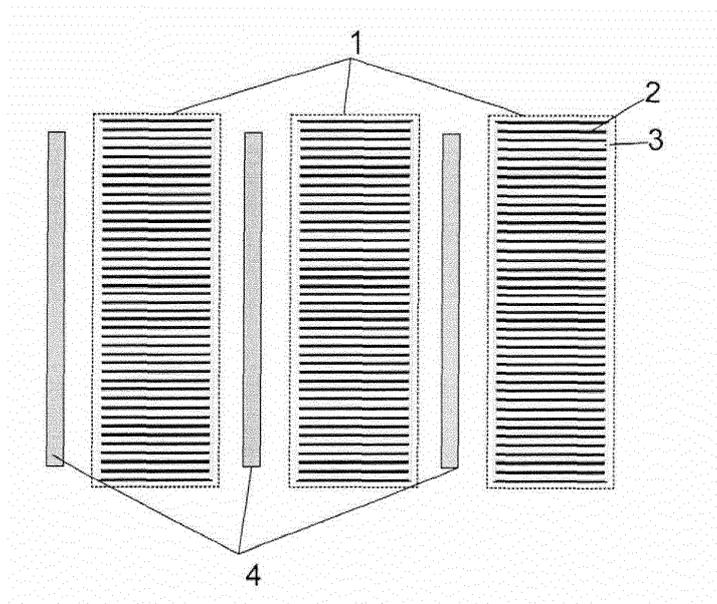
23. Способ по п.13, отличающийся тем, что момент включения/выключения фотокаталитического блока (7) в работу определяют по расчёту времени достижения предельно допустимого уровня загрязнения после фотокаталитического блока (7) путём дифференцирования по времени скорости каталитического разложения загрязнений и скорости изменения количества загрязнений.



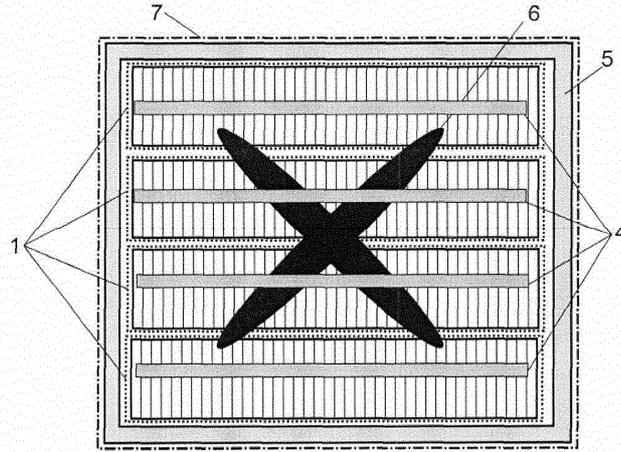
Фиг. 1



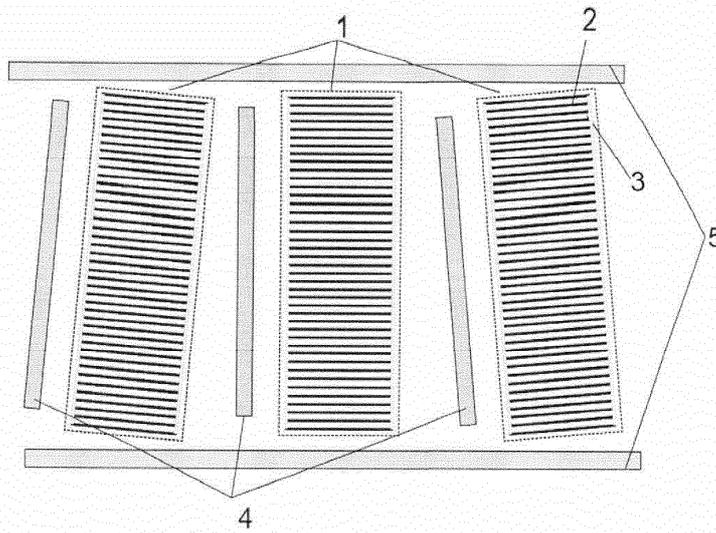
Фиг. 2



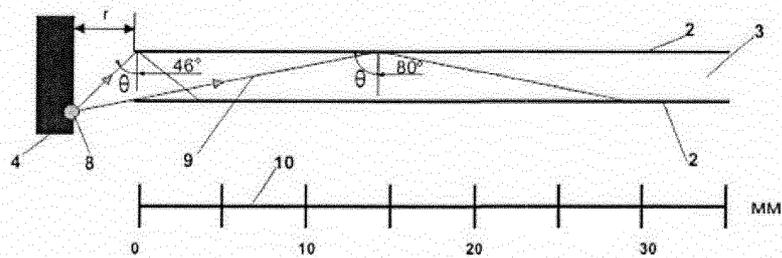
Фиг. 3



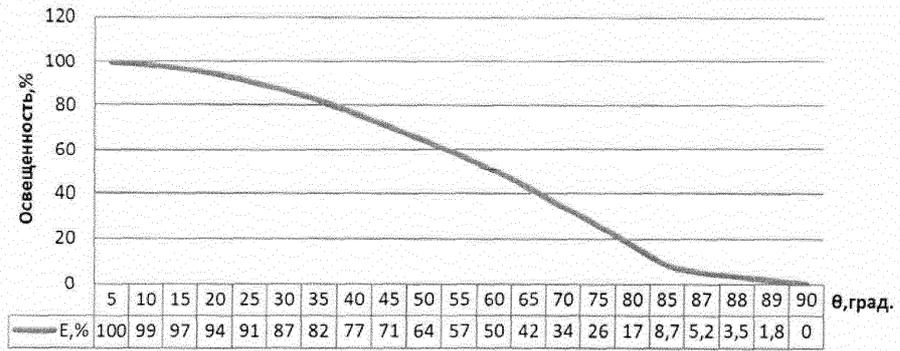
Фиг. 4



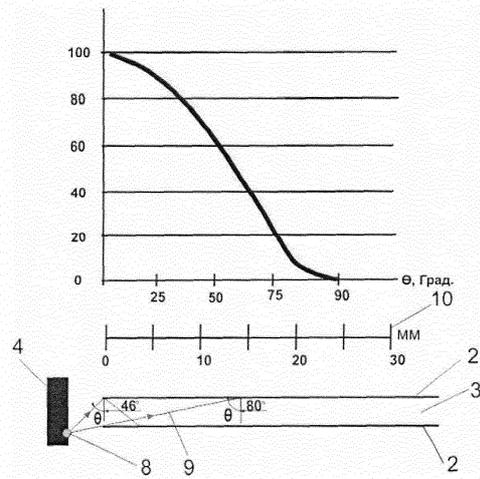
Фиг. 5



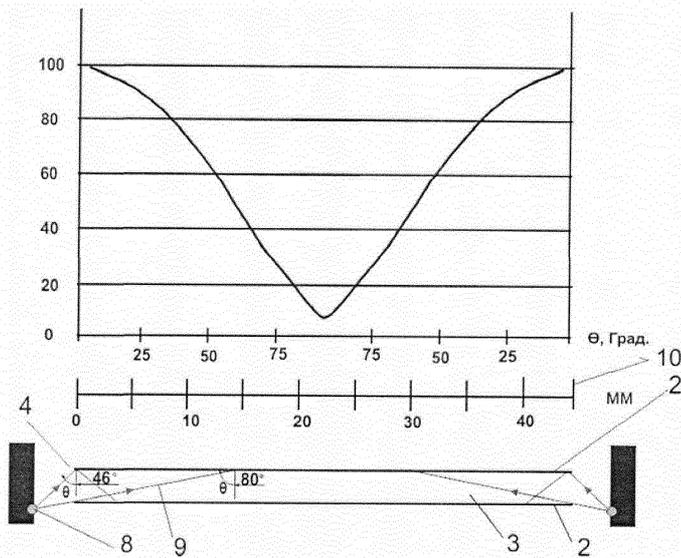
Фиг. 6



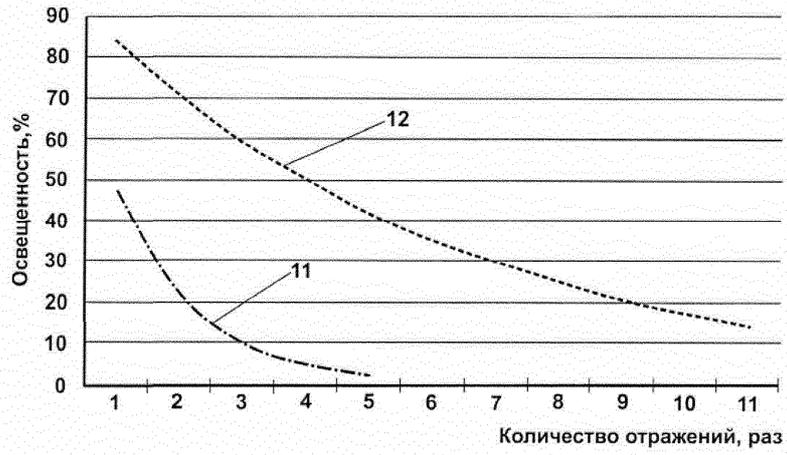
Фиг. 7



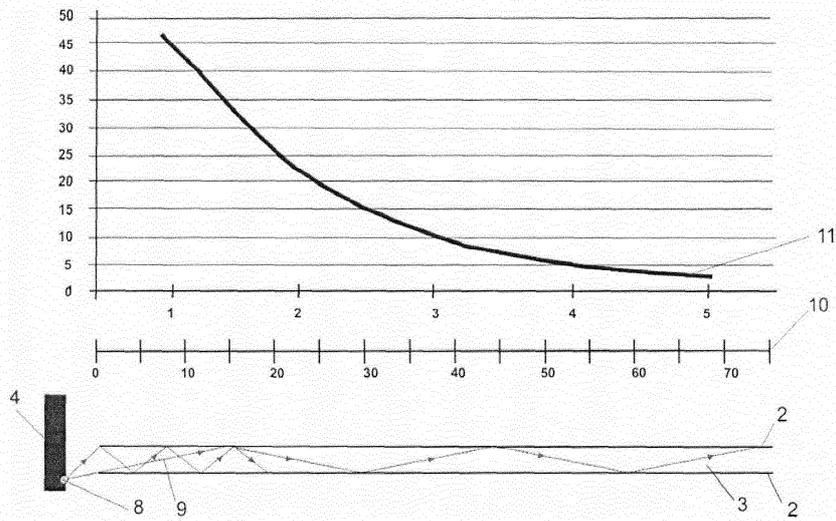
Фиг. 8



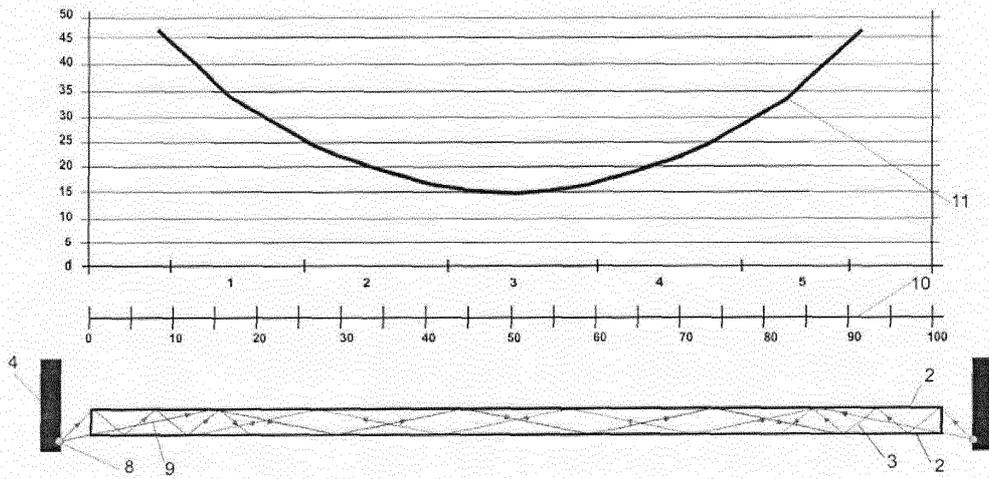
Фиг. 9



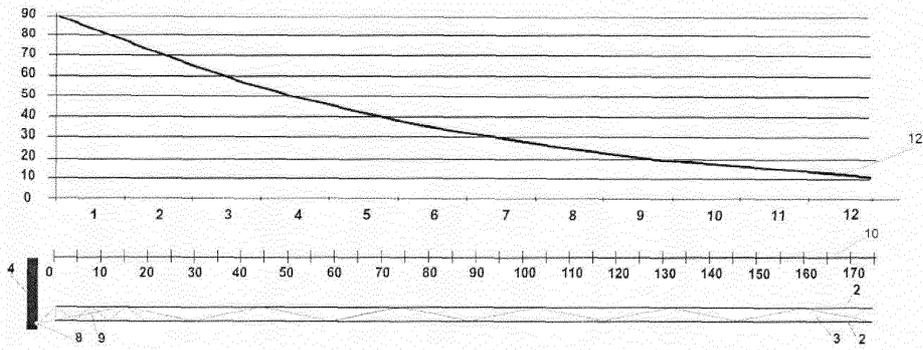
Фиг. 10



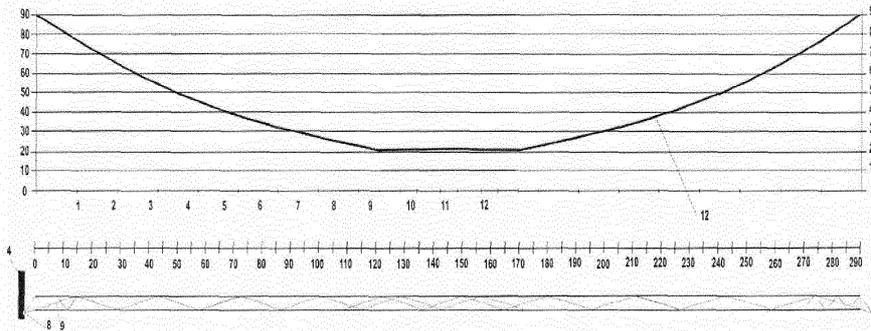
Фиг. 11



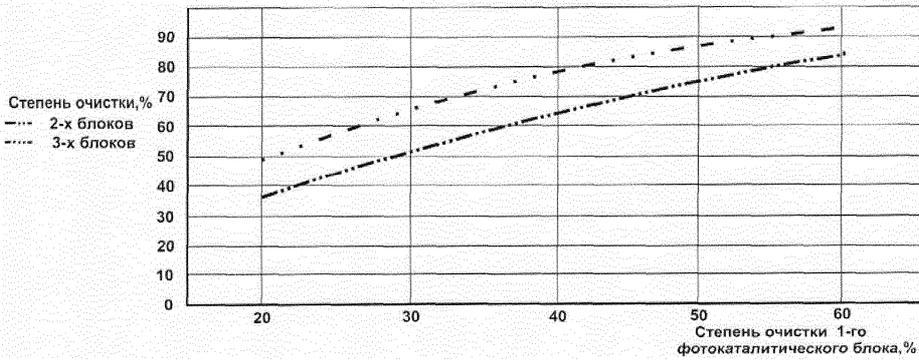
Фиг. 12



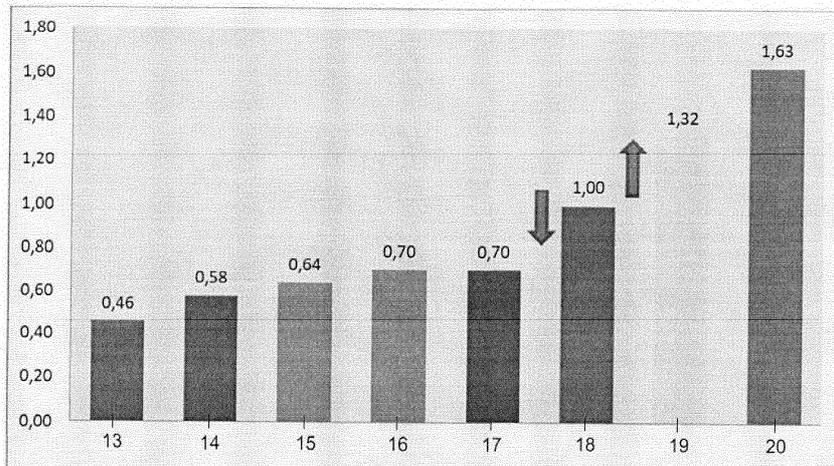
Фиг. 13



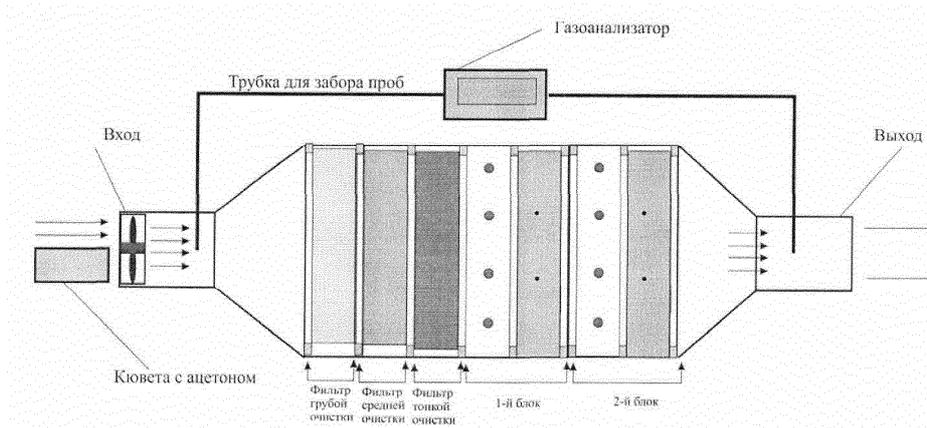
Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 20



Фиг. 21

