



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

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007138237/12, 15.10.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.10.2007

(45) Опубликовано: 27.05.2009 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1270621 A1, 15.11.1986. SU 868477 A1,
30.09.1981. FR 2732692 A1, 11.10.1996. GB
2224118 A, 25.04.1990. RU 2090246 C1,
20.09.1997.

Адрес для переписки:

167982, Республика Коми, г.Сыктывкар, ул.
Коммунистическая, 28, Институт биологии
Коми НЦ УрО РАН, пат. пов. Л.Б. Печерской

(72) Автор(ы):

Тентюков Михаил Пантелеймонович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

**Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии
наук (RU)**

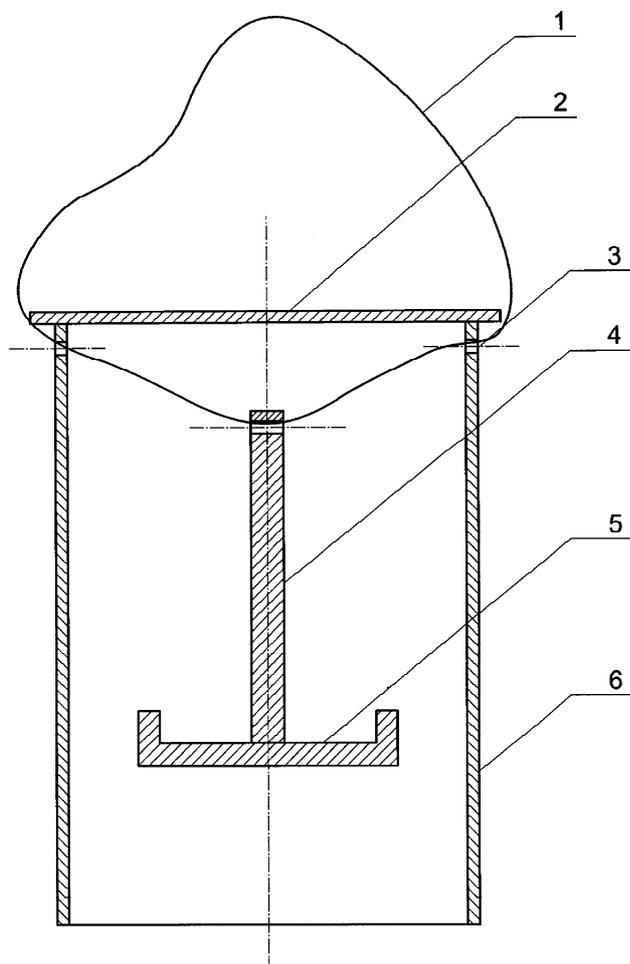
(54) СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НАНОРАЗМЕРНЫМИ ЧАСТИЦАМИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к области защиты окружающей среды, а именно к устройству и способу контроля загрязнения воздуха наноразмерными частицами при их выбросе в атмосферу. Устройство контроля загрязнения воздуха наноразмерными частицами содержит контейнер с депонирующим субстратом. Контейнер выполнен из материала высокой теплоемкости и химически инертного к атмосферным компонентам. Верхняя часть контейнера закрыта герметичной крышкой, а внутри контейнера размещен подвижный шток с ложементом, выполненным из материала низкой теплоемкости. Депонирующий субстрат выполнен в виде микродисперсного химически инертного порошка, обладающего увеличенной активной поверхностью. Субстрат уложен тонким слоем на ложемент. В верхней части боковой части контейнера выполнен ряд отверстий для формирования конвективных и турбулентных потоков воздуха внутри контейнера. Способ контроля загрязнения

воздуха наноразмерными частицами заключается в осаждении на депонирующем субстрате аэрозолей. В качестве субстрата используют тонкий слой микродисперсного химически инертного порошка, обладающего увеличенной активной поверхностью. Перед осаждением создают градиент температур между субстратом и атмосферным воздушным потоком. Осаждение частиц осуществляют на микропористую квазиповерхность, образованную агрегатами из микродисперсных минеральных частиц и прослойками капиллярной жидкости. При этом для образования капиллярной жидкости обеспечивают относительную влажность воздуха более 50%, а удержание наноразмерных частиц на субстрате осуществляют посредством действия молекулярных сил типа вандерваальсовых. Достижимый при этом технический результат заключается в повышении качества и достоверности оценки состояния атмосферы в районах предприятий, использующих нанотехнологии. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 1 табл., 1 ил.

RU 2 3 5 7 2 2 2 C 1



RU 2 3 5 7 2 2 2 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

G01N 1/22 (2006.01)*B82B 1/00* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007138237/12, 15.10.2007**(24) Effective date for property rights:
15.10.2007(45) Date of publication: **27.05.2009 Bull. 15**

Mail address:

**167982, Respublika Komi, g.Syktvykar, ul.
Kommunisticheskaja, 28, Institut biologii Komi
NTs UrO RAN, pat. pov. L.B. Pecherskoj**

(72) Inventor(s):

Tentjukov Mikhail Pantelejmonovich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Institut biologii Komi nauchnogo tsentra
Ural'skogo otdelenija Rossijskoj akademii nauk
(RU)**

(54) METHOD OF CONTROL OF AIR POLLUTION WITH NANO-SIZED PARTICLES AND DEVICE FOR ITS REALISATION

(57) Abstract:

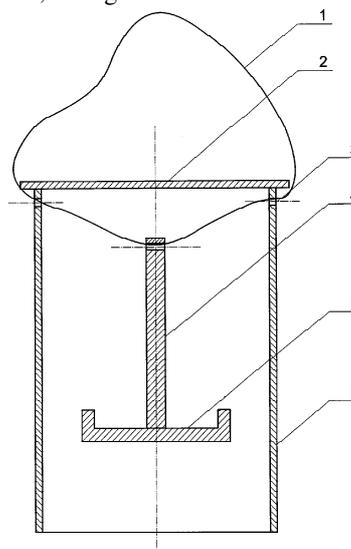
FIELD: ecology.

SUBSTANCE: group of inventions relates to field of environment protection, namely to device and method of control of air pollution with nano-sized particles when they are emitted into atmosphere. Device for control of air pollution with nano-sized particles contains container with depositing substrate. Container is made from material possessing high heat capacity and chemically inert to atmospheric components. Upper part of container is covered with hermetic lid, inside container movable rod with support made from low heat-capacity material is placed. Depositing substrate is made in form of microdispersive chemically inert powder, which possesses increased active surface. Substrate is laid on support in thin layer. In upper part of lateral part of container there is a row of holes for formation of convective and turbulent air flows inside container. Method of control of air pollution with nano-sized particles lies in sedimentation of aerosols on depositing substrate. As substrate thin layer of microdispersive chemically inert powder, which possesses increased active surface is used. Before sedimentation gradient of temperatures between substrate and atmospheric air flow is created. Particle sedimentation is carried

out on microporous quasi-surface formed by aggregates from microdispersive mineral particles and interlayers of capillary liquid. In order to form capillary liquid relative air humidity higher than 50% is created, and nano-sized particles are retained on substrate by action of molecular forces of vandervals type.

EFFECT: increase of quality and reliability of atmosphere state estimation in areas of enterprises which use nano-technologies.

6 cl, 1 tbl, 1 dwg



Изобретение относится к области защиты окружающей среды и предназначено для выявления неконтролируемых выбросов наноразмерных частиц в атмосферу.

Наноразмерные частицы - ультрамалые частицы нанометрового размера (параметр которых хотя бы в одном измерении составляет не более 100 нм [цит. по Помогайло и др. 2000, с.15]). Различают три типа наноразмерных частиц: ультрадисперсные (1-30÷50 нм), высокодисперсные (30÷50-100÷500 нм), частицы микронных размеров (100÷500-10000 нм). Частицы первых двух типов - коллоидные, последнего - грубодисперсные [4].

Известен способ отбора проб сухих аэрозолей для контроля загрязнения окружающей среды, выбранный за прототип [SU 1270621 A1, МКИ G01N 1/22, опубл. 15.11.1986, 3 с.], включающий осаждение сухих аэрозолей на депонирующий субстрат путем прокачки потока воздуха с помощью аспиратора, снабженного электродвигателем. При просасывании потока через фильтрующий материал частицы аэрозоля осаждаются на его волокнах под действием гравитационных и электрических сил. С помощью анализа определяют количество вещества, удержанного на поверхности субстрата. Недостатком способа является то, что наряду с АЧ в установку попадает определенное количество пылевых частиц с размерностью значительно превышающих диаметры пор фильтров. Это ведет к росту сопротивления сорбентов при просасывании воздуха. Вместе с тем при увеличении скорости просасывания, тонкодисперсные аэрозольные частицы, представляющие наибольшую гигиеническую опасность, проскакивают через фильтры, снижая тем самым достоверность данных и эффективность способа.

Известно устройство для отбора проб аэрозолей [SU 1270621 A1, МКИ G01N 1/22, опубл. 15.11.1986, 3 с.], выбранное за прототип, включающее уловитель аэрозольных частиц с установленным внутри него депонирующим субстратом из волокнистого материала. Недостатками устройства являются сложность конструкции, а также недостаточность отражения точности химического состава загрязнения.

Задачей настоящего изобретения является разработка нового способа и новой конструкции, позволяющих получить точную и качественную оценку состояния атмосферы в районах предприятий, использующих нанотехнологии, и тех, чья деятельность сопровождается неконтролируемыми выбросами наноразмерных частиц в атмосферу (например, сжигание угля на тепловых электростанциях и котельных).

Технический результат предлагаемого устройства заключается в создании условий для самоорганизации депонирующего порошкового субстрата в квазиповерхность, состоящую из микродисперсных минеральных частиц, «сцепленных» капиллярной жидкостью.

Технический результат нового способа заключается в том, что способ позволяет повысить качество и достоверность оценки состояния атмосферы в районах предприятий, использующих нанотехнологии, и тех, чья деятельность сопровождается неконтролируемыми выбросами наноразмерных частиц в атмосферу (например, сжигание угля на тепловых электростанциях и котельных).

Технический результат способа достигается тем, что сбор наноразмерных частиц для контроля загрязнения окружающей среды осуществляется путем осаждения на депонирующем субстрате, в котором, согласно изобретению, роль депонирующего сорбирующего субстрата выполняет квазиповерхность, сформированная микродисперсными минеральными частицами, активная поверхность которых составлена гранями, ребрами и вершинами (для них характерна различная сорбционная активность (с.331, [1]; с.918, [6])). Образование квазиповерхности

происходит за счет сцепления частиц между собой, которое обеспечивается действием капиллярных сил. Оно проявляется в том, что в зоне контакта частиц образуется мениск капиллярной жидкости, который «скрепляет» частицы между собой, образуя своеобразную поверхность («квазиповерхность»), состоящую из микродисперсных

5 минеральных частиц и «связующего вещества» - капиллярной жидкости. Образующуюся при этом систему из частиц и жидкости можно рассматривать как своеобразную квазиколлоидную систему, где непрерывная фаза - дисперсионная среда образована капиллярной жидкостью, а дисперсная фаза - это микродисперсные

10 минеральные частицы субстрата. Устойчивость данной квазиколлоидной системы обеспечивается тем, что на поверхности минеральных частиц могут образовываться тесно связанные с ними сольватные оболочки (их образование возможно за счет растворения атмосферных компонентов в капиллярной жидкости) из молекул дисперсионной среды [2]. Эти сольватные оболочки благодаря своей упругости и

15 повышенной вязкости препятствуют слипанию частиц за счет «расклинивающего действия», выражающегося в раздвигании частиц. Поскольку конденсация паров под действием молекулярных сил типа вандерваальсовых, обуславливающих явление капиллярности, происходит во всем объеме сыпучего материала, это способствует образованию агрегатов из микрочастиц и появлению мельчайших пор. В итоге объем

20 порошкового субстрата за счет самоорганизации его поверхности капиллярной влагой увеличивается на 3-6% от первоначального. Такая самоорганизация порошкового субстрата повышает его сорбционную активность, что обеспечивает адсорбцию значительного количества наноразмерных частиц и расширяет их

25 возможный спектр. Последнее обусловлено тем, что молекулярные силы, с которыми связано явление капиллярности, тождественны силам, вызывающим также явление адгезии («связывание, склеивание»), физическую и химическую адсорбцию (с.30, [1]). Это приводит к тому, что при турбулентном осаждении наноразмерных частиц из

30 пограничного слоя наряду с их адсорбцией на поверхности минеральных микрочастиц будет происходить и их абсорбция (растворение) в капиллярной жидкости. Иными словами для одних наноразмерных частиц взаимодействие с квазиповерхностью будет связано с физической и химической адсорбцией на гранях, ребрах и вершинах минеральных зерен, а для других - растворением в капиллярной жидкости. Это

35 обеспечивает осаждение наноразмерных частиц, различающихся по химическому составу на квазиповерхности субстрата, а также увеличивает их концентрацию в объеме сорбционного субстрата. Последнее приводит к тому, что при растворении наночастиц в капиллярной жидкости в ней возникает градиент концентраций, который

40 способствует диффузии частиц и их «рассеянию» в объеме капиллярной жидкости. Процесс сопровождается увеличением концентрации в объеме сорбента элементов-индикаторов, структурно связанных с наноразмерными частицами, что может быть зафиксировано количественным химическим анализом.

Изобретение основано на использовании молекулярных сил типа

45 вандерваальсовых (явление капиллярности). Для проявления действия капиллярных сил за счет капиллярной конденсации необходимо, чтобы температура воздушного потока с наноразмерными частицами была выше температуры поверхности, с которой контактирует наноразмерная частица. В естественных условиях при организации

50 контроля загрязнения атмосферы наноразмерными частицами нужный технический результат может быть обеспечен за счет градиента температур, который возникает внутри устройства.

Технический результат устройства достигается тем, что оно содержит контейнер,

верхняя часть которого выполнена в виде полого цилиндра (или усеченного конуса), а нижняя представляет собой плоский тарельчатый ложемент. В него укладывается тонким слоем (1,0-1,5 мм) депонирующий субстрат, представляющий собой химически инертный микродисперсный порошок, тарельчатый ложемент прикрепляется к нижнему концу штока, верхний конец которого прикреплен изнутри к глухой крышке в верхней части цилиндра. Согласно изобретению контейнер выполнен из материала, который быстро нагревается и медленно остывает (долго «держит» тепло) и снабжен герметичной крышкой, на его боковых стенках выполнены отверстия для формирования турбулентных и конвективных воздушных потоков. Устройство крепится с помощью капроновой нити, тарельчатый ложемент выполнен из материала, характеризующегося быстрой отдачей тепла (например, из алюминиевой фольги, отражающей инфракрасное (тепловое) излучение),

- контейнер и шток закреплены относительно друг друга подвижно;
- на штоке может быть установлено одновременно несколько тарельчатых ложементов;
- тарельчатый ложемент выполнен из алюминиевой фольги.

Изобретение поясняется чертежом, на котором представлено устройство для контроля загрязнения воздуха наноразмерными частицами.

Устройство включает контейнер 6, выполненный из материала, который быстро нагревается и медленно отдает тепло и химически инертного к атмосферным компонентам, например в форме полого цилиндра, усеченного конуса или многогранника с открытой нижней частью контейнера. Верхняя часть контейнера 6 закрыта глухой крышкой 2, предпочтительно, снабженной выступом-козырьком. Внутри контейнера 6 помещается тарельчатый ложемент 5, неподвижно прикрепленный к нижней части штока 4, внутри контейнера шток подвижно прикреплен к приспособлению 1 для фиксации устройства при развешивании, которое выполнено в виде петли из капроновой нити, пропущенной через два противорасположенных отверстия 3 в стенке контейнера 6 и отверстие в штоке 4. Тарельчатый ложемент выполнен из алюминиевой фольги, на дно которого тонким слоем уложен химически инертный микродисперсный порошковый субстрат, обладающий высокой удельной активной поверхностью. Материал ложементов с целью обеспечения градиента температур должен обладать свойством быстрой отдачи тепла (например, алюминиевая фольга, отражающая инфракрасное (тепловое) излучение). В верхней боковой части контейнера 6, предпочтительно, под козырьком, сделан ряд отверстий 3 для формирования конвективных и турбулентных потоков воздуха внутри контейнера. Контейнер 6 и шток 4 с ложементом 5 подвижно прикреплены к приспособлению 1 для фиксации устройства при развешивании, выполненного в виде петли из капроновой нити, что позволяет производить замену порошкового субстрата, не снимая устройства и не меняя его местоположения.

Способ сбора сухих аэрозолей с применением устройства осуществляется следующим образом.

В пределах контрольного участка на деревьях и кустарниках на высоте 0,6-2,0 м развешивают устройства сбора (в пределах городской среды устройства устанавливаются на крышах зданий). Их количество определяется задачами мониторинга. В результате действия солнечной радиации из-за различий теплоемкости материалов ложементов и контейнера 6, во внутреннем объеме устройства возникает температурный градиент. Это приводит к тому, что внутри устройства возникают условия, благоприятные для формирования турбулентной и конвективной циркуляции

потоков воздуха, поступающего внутрь устройства через открытую нижнюю часть контейнера 6. Одновременно с этим наличие градиента температур и отверстий (перфораций) 3 в верхней части контейнера обеспечивает во внутреннем объеме устройства возникновение условий для движения воздушного потока с наноразмерными частицами над поверхностью субстрата. При обтекании воздушным потоком субстрата у его поверхности скорость потока сильно изменяется, образуется так называемый «пограничный слой»; если на внешней границе этого слоя скорость обозначить через v , то в пограничном слое происходит резкое падение скорости воздушного потока от v до 0. Данное снижение происходит за счет трения о поверхность. В зависимости от распределения скорости v , пограничный слой может быть ламинарным и турбулентным. В ламинарном пограничном слое распределение скорости воздушного потока изменяется линейно: от 0 на твердой поверхности до v на границе слоя с воздушным потоком.

При увеличении скорости воздушного потока ламинарный слой переходит в турбулентный, но при этом никогда полностью не исчезает: ламинарный поток сохраняется в виде небольшого подслоя у твердой поверхности. Для турбулентного пограничного слоя характерно нелинейное распределение скорости воздушного потока. Такое различие в распределении скоростей обуславливает формирование градиента концентраций в пограничном слое. Оно возникает в результате уменьшения концентраций наноразмерных частиц в ламинарном подслое, которое, в свою очередь, обусловлено их осаждением на поверхность за счет действия молекулярных сил типа вандерваальсовых (адгезии, капиллярной конденсации, физической адсорбцией). Образующийся при этом «дефицит» частиц восстанавливается их диффузией из турбулентного слоя, а «недостаток» наноразмерных частиц в турбулентном слое, в свою очередь, устраняется их миграцией из воздушного потока, обтекающего поверхность субстрата. Процесс очень активный. Объясняется это следующим. Ранее считали, что единственной силой перемещения частицы в газе является сила гравитации, действие которой осложнено броуновским движением. Вместе с тем теоретически показано [3], что наночастицы, взвешенные в пересыщенном (недосыщенном) паре, находятся в особом хаотически надтепловом движении, интенсивность которого тем больше, чем более неоднородна поверхность нанокристаллов и сильнее флуктуации скорости их роста (испарения). Другими словами, если сорбция происходит вследствие поверхностной химической реакции, то на адсорбер действует дополнительная хемореактивная сила, которая изменяет скорость его направленного движения и вызывает у наноразмерных частиц хемореактивные блуждания в среде. При этом скорость этих блужданий может на порядки превышать коэффициент броуновской диффузии. Это приводит к тому, что концентрация наноразмерных частиц в пограничном слое будет расти, а сами частицы укрупняться, увеличивая дисперсную массу в турбулентном слое. При этом избыток массы будет «разгружаться» в ламинарный подслой. Вместе с тем осаждение частиц на поверхность субстрата из ламинарного подслоя приводит к снижению дисперсной массы в этом слое. Это приводит к тому, что в пограничном слое образуется колебание дисперсной массы и возникает градиент концентраций, который «обеспечивает» осаждение частиц из пограничного слоя на квазиповерхность субстрата.

Известно, что условия осаждения в пограничном слое частиц контролируется действием капиллярных сил, проявление которых зависит от величины относительной влажности воздуха. В свою очередь, появление капиллярной конденсации может

наблюдаться уже при относительной влажности воздуха 50%, а при влажности 70% именно капиллярные силы обуславливают молекулярное взаимодействие между частицей и поверхностью в пограничном слое. В то же время для появления капиллярной конденсации необходимо, чтобы температура воздушного потока была выше температуры поверхности, с которой контактирует частица [5]. Другими словами, капиллярная конденсация и связанное с ним осаждение наноразмерных частиц на порошковый сорбент, размещенный в устройстве, будет происходить всякий раз, когда относительно теплый поток воздуха коснется поверхности относительно холодного сорбционного субстрата.

Для экспериментальной проверки заявляемого способа был организован сбор сухих аэрозолей на ключевом участке, расположенном в пригородной зеленой зоне. В качестве субстрата использованы химически инертные микродисперсные порошки Al_2O_3 , MgO , $CaCO_3$ (все порошки марки ХЧ). Порошок насыпали тонким слоем на ложемент, помещенный внутрь устройства, которое защищало его от дождевых осадков. В каждое устройство помещали по одному ложементу. Всего было установлено 6 устройств на участке. Время экспонирования составило 18 дней. Количественный химический анализ осуществляли в аналитической лаборатории «ЭКОАНАЛИТ» Института биологии Коми НЦ УрО РАН (аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.511257) с использованием атомно-эмиссионного метода с индуктивно связанной плазмой. Погрешность анализа 8-10%. Для учета химической неоднородности сорбционного материала в каждую партию анализируемого материала включали «холостые» пробы (контроль) - порошок из той же емкости, что и порошок, насыпанный в ложемент в устройстве. В качестве сравниваемого параметра был выбран показатель, характеризующий отношение массовой концентрации металла-индикатора (мкг/кг) в пересчете на 1 г порошка.

Пример 1. Способ сбора осуществляли по описанной выше технологии. Данные приведены в таблице.

Проверка показала, что способ эффективно может быть использован для контроля загрязнения воздуха наноразмерными частицами при организации непрерывного ряда наблюдений. Проведение контроля возможно одновременно на всей площади контрольного участка и в различных типах ландшафта, что повышает качество экологического мониторинга.

Литература

1. Адам Н.К. Физика и химия поверхностей. М.-Л.: ОГИЗ-Гостехиздат, 1947, 552 с.
2. Дерягин Б.В. Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок. Поверхностные силы. М.: Наука, 1986, 453 с.
3. Мелихов И.В., Ведерников А.А. Реактивно-ростовое надтепловое хаотическое движение кристаллов в аэрозолях / Докл. РАН, 1995. Т.340. №4. С.505-508.
4. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. - М.: Химия, 2000, 672 с.
5. Семенов Н.Н. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. - М.: Изд-во АН СССР, 1958, 286 с.
6. Сергеев Г.Б. Нанохимия металлов // Успехи химии, 2001. Т.70. №10. С.915-931.
7. Тентюков М.П. Способ сбора сухих аэрозолей для контроля окружающей среды и устройство для его осуществления / Патент №2005141282/12(045983) от 28.12.2005.

Массовые концентрации тяжелых металлов в составе сухих аэрозолей (в пересчете на 1 г сорбента, в мкг/кг), время экспонирования с 26 августа по 12 сентября

Пробы	Cu	Δ	Zn	Δ	Ni	Δ	Mn	Δ	Cr	Δ	Fe	Δ	Al	Δ
-------	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---

1	MgO	7.5	1.5	3.5	0.7	1.1	0.4	1.7	0.5	7.5	1.5	19.0	5.0	12.0	3.0
2	MgO	3.9	0.8	1.5	0.3	0.9	0.3	5.0	1.5	7.6	1.5	16.0	5.0	9.3	2.4
3	MgO	1.5	0.3	2.1	0.4	1.1	0.4	25.0	7.0	7.5	1.6	17.0	5.0	9.4	2.5
4	CaCO ₃	3.4	0.7	6.0	1.2	2.2	0.8	0.73	0.22	0.66	0.13	10.5	2.9	21.0	5.0
5	CaCO ₃	3.9	0.8	6.3	1.3	2.3	0.8	1.3	0.4	0.63	0.13	8.1	2.3	4.5	1.2
6	Al ₂ O ₃	0.66	0.13	10.7	2.1	0.58	0.2	0.5		0.86	0.17	43.0	12.0	-	
	контроль														
1	MgO	1.9	0.4	1.33	0.27	1.3	0.4	2.0	0.6	9.0	1.8	23.0	6.0	17.0	4.0
2	CaCO ₃	2.0	0.4	5.7	1.1	2.3	0.8	0.55	0.19	0.6	0.12	7.3	2.1	3.5	0.9
3	Al ₂ O ₃	0.57	0.11	12.1	2.4	0.69	0.24	0.5		0.85	0.17	52.0	14.0	-	

Формула изобретения

1. Устройство контроля загрязнения воздуха наноразмерными частицами, содержащее контейнер с депонирующим субстратом, отличающееся тем, что контейнер выполнен из материала высокой теплоемкости и химически инертного к атмосферным компонентам, верхняя часть контейнера закрыта герметичной крышкой, внутри контейнера размещен подвижный шток с ложементом, выполненным из материала низкой теплоемкости, депонирующий субстрат выполнен в виде микродисперсного химически инертного порошка, обладающего увеличенной активной поверхностью, уложенного тонким слоем на ложемент, причем в верхней части боковой части контейнера выполнен ряд отверстий для формирования конвективных и турбулентных потоков воздуха внутри контейнера.
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что крышка выполнена с выступом-козырьком.
3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что боковые отверстия выполнены под выступом-козырьком.
4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что шток соединен с приспособлением для фиксации устройства при развешивании.
5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что на штоке установлено одновременно несколько ложементов.
6. Способ контроля загрязнения воздуха наноразмерными частицами, включающий осаждение на депонирующем субстрате аэрозолей, отличающийся тем, что в качестве субстрата используют тонкий слой микродисперсного химически инертного порошка, обладающего увеличенной активной поверхностью, перед осаждением создают градиент температур между субстратом и атмосферным воздушным потоком, осаждение частиц осуществляют на микропористую квазиповерхность, образованную агрегатами из микродисперсных минеральных частиц и прослойками капиллярной жидкости, при этом для образования капиллярной жидкости обеспечивают относительную влажность воздуха более 50%, удержание наноразмерных частиц на субстрате осуществляют посредством действия молекулярных сил типа вандерваальсовых.