

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046103**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.02.06

(51) Int. Cl. **C01B 13/11** (2006.01)

(21) Номер заявки
202392037

(22) Дата подачи заявки
2023.08.16

(54) **ПЛАЗМЕННЫЙ МОДУЛЬ-ОЗОНАТОР И УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОЗОНА**

(31) **2022133205**

(56) **WO-A3-2018007841**

(32) **2022.12.18**

RU-C2-2169114

(33) **RU**

RU-C1-2057059

(43) **2024.01.30**

CN-B-103505757

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

**МАНУЙЛОВ ВЛАДИМИР
ДМИТРИЕВИЧ (RU)**

(74) Представитель:
Кашина Н.И. (RU)

(57) Изобретение относится к устройству для получения озона с помощью плазменного электрического разряда и может быть использовано в различных отраслях для обработки озono-воздушной смеси с целью снижения концентрации вредных веществ в воздухе. Установка для получения озона включает плазменный модуль-озонатор и соединенные с ним пульт управления, питающий силовой преобразователь, каталитический блок и вентилятор, причем преобразователь выполнен с возможностью регулирования мощности. Электроды в плазменном модуле-озонаторе выполнены из металлических шпилек, расположенных на одной линии параллельно пластине на расстоянии друг от друга 5-15 мм и на расстоянии 1-5 мм от края шпильки до пластины, кроме того, внутри стеклянной пластины расположены изолированные электроды. Технический результат состоит в повышении выхода генерируемой плазмы, активного кислорода и озона за счет получения неравновесной низкотемпературной плазмы в приповерхностном слое диэлектрика в скользящем барьерном разряде. Дополнительным техническим результатом является повышение надежности за счет улучшения защиты от пробоя, а также упрощение изготовления и обслуживания озонаторов и установок для получения озона.

B1

046103

046103

B1

Изобретение относится к устройству для получения озона с помощью плазменного электрического разряда и может быть использовано в различных отраслях для обработки озоновоздушной смесью с целью снижения концентрации вредных веществ в воздухе.

Известен генератор озона (Генератор озона: патент RU 2200701, Российская Федерация, заявка RU 2002102584, заявл. 28.01.2002, опубл. 20.03.2003), состоящий из диэлектрической цилиндрической трубы, на наружной поверхности которой размещен внешний металлический электрод. Внутренний электрод выполнен из металлической сетки и размещен коаксиально, без зазора, вдоль внутренней поверхности трубы. Внутренний и наружный электроды соединены с источником переменного тока. Подача воздушного потока внутрь диэлектрической трубы осуществляется при помощи электровентилятора.

Недостатки данного генератора определяются его конструкцией. Плотное прилегание электродов к стеклу (диэлектрическому барьеру) обуславливает малую площадь электрического барьерного разряда, что, в свою очередь, означает низкую производительность по озону (г/ч), т.к. не весь поток воздуха, проходящий через диэлектрическую трубу, проходит через зону барьерного разряда и, соответственно, не подвергается его воздействию. Плотное прилегание электродов также увеличивает вероятность выхода генератора озона из строя за счет локального перегрева стекла (отсутствует возможность обдува) и, как следствие, пробоя стекла.

Также известен озонатор (Озонатор: патент RU 2261837, Российская Федерация, заявка RU 2003124328, заявл. 04.08.2003, опубл. 10.10.2005), содержащий металлические электроды, подключенные к источнику питания переменного тока. Электроды разделены разрядным промежутком и диэлектрическим слоем. Металлические электроды выполнены с фаской на краях со стороны внутренних противоположных поверхностей, а диэлектрический слой имеет отрицательный температурный коэффициент относительной диэлектрической проницаемости.

Отсутствие в описании данного патента на изобретение численных значений энергозатрат на производство озона делает невозможной оценку заявленных преимуществ перед аналогичными устройствами. Также в описании нет габаритов опытного образца генератора, а также значения рабочих частот его источника питания, что затрудняет оценить возможность внедрения озонаторов такого типа в производство.

Длительная работа озонатора с источником питания без автоматической регулировки может привести к увеличению температуры охлаждающего озонатор воздуха, что, в свою очередь, приведет к уменьшению диэлектрической проницаемости диэлектрического слоя. В итоге эксплуатационные характеристики озонатора ухудшатся.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является генератор озона (Генератор озона: патент EP 3478633, европейская патентная организация, заявка EP 17823714, заявл. 04.07.2017, опубл. 24.03.2021), представляющий собой озонатор, в котором в качестве электродов используются пластины, устанавливаемые параллельно друг другу. За счет большой площади электродов и возможности их установки параллельно от 2 до 30 пар повышается эффективность выработки озона при сохранении малых размеров озонатора.

Дополнительными преимуществами использования плоских электродов является увеличения числа разрядов на их поверхности и эффективность охлаждения плоской поверхности проходящими потоками воздуха. Рекомендуемая толщина электродов 0,3-1,5 мм.

За счет использования гибких изолирующих прокладок между электродами можно достигнуть требуемого количества вырабатываемого озона.

Озонатор, описанный в патенте, оснащен микроконтроллерами, контролирующими напряжение источника питания, исходя из значений параметров окружающей среды. Источник питания позволяет выдавать напряжение в диапазоне 6 кВ-12 кВ с частотой от 1 до 35 кГц.

Рекомендуется вырезать электроды прямоугольной формы из металлических листов, лучше из нержавеющей стали. Такая форма позволяет эффективно использовать пространство, выделенное под размещение озонатора.

Описанное в патенте изделие может быть размещено на пути движения воздуха или кислорода для синтеза озона. Разработанный озонатор рекомендуется размещать в изолированных воздуховодах, имеющих прямоугольное сечение. Размещение должно быть параллельным потоку воздуха или соосным ему. Озонатор имеет модульное строение, при этом каждый модуль представляет собой пару электродов и диэлектрическую пластину между ними. Количество модулей может изменяться в зависимости от требуемого объема озона. Внешний корпус озонатора позволяет размещать и фиксировать модули.

Недостатки данного генератора обусловлены сложностью его конструкции. Так, без полного разбора озонатора невозможна замена "пробитой" диэлектрической пластины, а также промывка от продуктов распада загрязняющих веществ, налипающих на электроды и диэлектрическую пластину в процессе эксплуатации. Аэродинамическое сопротивление промышленного образца такой конструкции достаточно высокое, кроме того, параллельное расположение электродов большой площади уменьшает вероятность равного расстояния между электродами по всей площади и как следствие не дает равномерного распределения барьерного разряда.

Таким образом, технической проблемой является необходимость разработки лишенных вышепри-

веденных недостатков эффективных и компактных плазменных модулей для озонаторов и установок для получения озона.

Технический результат состоит в повышении выхода генерируемой плазмы, активного кислорода и озона за счет получения неравновесной низкотемпературной плазмы в приповерхностном слое диэлектрика в скользящем барьерном разряде.

Дополнительным техническим результатом является повышение надежности за счет улучшения защиты от пробоя, а также упрощение изготовления и обслуживания озонаторов и установок для получения озона.

Технический результат достигается особой конструкцией озонатора. Согласно изобретению, электроды и диэлектрическая пластина, выполненная из стекла, закреплены на держателях. Электроды выполнены из металлических шпилек, расположенных на одной линии параллельно пластине на расстоянии 5-15 мм друг от друга; внутри стеклянной пластины также размещены изолированные электроды. Поток воздуха проходит вдоль озонатора, огибая электроды.

Предложенная конструкция озонатора и установок обеспечивает эффективную выработку плазмы, активного кислорода и озона за счет получения неравновесной низкотемпературной плазмы в приповерхностном слое диэлектрика в скользящем барьерном разряде, возникающем при подаче высокого напряжения переменного тока на электроды. При этом между электродами образуется электрическое поле нелинейной формы и на поверхности диэлектрика возникает скользящий электрический барьерный разряд, который растекается между витками электродов, и за счет упорядоченного их расположения равномерно распределяется по поверхности диэлектрической пластины и имеет очень узкую область затухания. Свободные электроны, возникающие в плазме разряда, вызывают интенсивную ионизацию газового или воздушного потока, проходящего через сечение газоразрядного элемента. Если в данном газоздушном потоке присутствуют газообразные вещества, то их молекулы подвергаются интенсивной бомбардировке электронами, происходит ионизация и деструкция молекул, возникают радикалы ОН-, О- и другие возбужденные молекулы, которые вступают в химические реакции окисления, что приводит к разрушению газообразных вредных веществ, обеспечивая максимальную эффективность очистки. Такая нетепловая плазма генерируется за счет приложения достаточно сильного электромагнитного поля для обеспечения разряда нейтрального газа, что обеспечивает создание квазинейтральной среды, содержащую нейтралы, ионы, радикалы, электроны и ультрафиолетовые фотоны. Благодаря легкой массе электроны избирательно ускоряются полем и приобретают высокие температуры, а более тяжелые ионы остаются относительно холодными благодаря обмену энергией при столкновениях с фоновым газом.

Обеспечение лучшей защиты от пробоя в заявляемом изобретении обусловлено использованием в качестве диэлектрического барьера закаленного стекла толщиной 1-3 мм и за счет регулирования мощности, напряжением и частотой программными настройками силового преобразователя. Причем мощность регулируют в диапазоне 1-5% от номинальных значений мощности, что обеспечивает достаточную защиту от пробоя и не оказывает негативного влияния на эффективность очистки.

Устройство является простым в изготовлении и обслуживании, так как в нем отсутствуют такие конструктивные элементы, как проволоки (применяются в качестве предохранителей), острые зубцы, иглы, запаянные элементы (также применяются в качестве предохранителей) и т.п. Все это позволяет быстро и просто собрать устройство, а также быстро извлечь и заменить элемент с высоковольтным электродом и стеклом на новый, если элемент был разбит, либо вышел из строя. Сборка заявляемого устройства (и озонатора, и установки) осуществляется из стандартных комплектующих без применения высокоточных станков.

Заявляемое изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлен озонатор в общем виде, на фиг. 2 - вид озонатора сбоку (с торца), а на фиг. 3 - вид озонатора сверху, а на фиг. 4 - схема установки для получения озона.

Плазменный модуль озонатора включает электроды (1) и расположенную между ними с зазорами диэлектрическую пластину (2), выполненную из силикатного стекла. Электроды (1) и пластина (2) с двух сторон закреплены на держателях (3). Электроды (1) выполнены из металлических шпилек, расположенных на одной линии параллельно пластине (2) на расстоянии друг от друга 5-15 мм и 1-5 мм от края шпильки до пластины (2). Внутри пластины (2) расположены изолированные электроды (не показаны на чертежах). В предпочтительном варианте реализации изобретения шпильки расположены на расстоянии 10-15 мм друг от друга, в качестве стекла пластины (2) используют химически упрочненное стекло толщиной 1-3 мм, электроды (1) выполнены из нержавеющей стали.

Установка для получения озона включает последовательно соединенные друг с другом пульт управления (4), питающий силовой преобразователь (5), который содержит синус фильтр, повышающий трансформатор и необходимую защиту электрической схемы, вышеописанный плазменный модуль-озонатор (6), каталитический/сорбционный блок (7), и вентилятор/воздуходувку (8). Питающий силовой преобразователь (5) выполнен с возможностью регулирования мощности, напряжения, частоты и соответственно выработки озона и активного кислорода. В некоторых вариантах реализации изобретения установка может включать несколько плазменных модулей (3).

Заявляемое изобретение работает следующим образом.

На пульте управления (4) включают установку для получения озона и запускают вентилятор/воздуходувку. Загрязненный различными органическими, неорганическими, пахучими, вредными веществами воздух, предварительно очищенный от взвешенных частиц, направляется в установку очистки при помощи вытяжного вентилятора/воздуходувки. Проходит на очистки в разрядную зону. После получения соответствующего сигнала электроэнергию подают от питающего силового преобразователя (5) на плазменный модуль-озонатор (6). На электроды (1) модуля (6) подают высокое 9-11 кВ напряжение переменного тока. При этом между электродами (1) образуется электрическое поле нелинейной формы и на поверхности диэлектрика (пластина 2) возникает скользящий электрический барьерный разряд, который растекается между витками электродов (1), и за счет упорядоченного их расположения равномерно распределяется по поверхности диэлектрической пластины (2) и имеет очень узкую область затухания. Генерируется нетепловая плазма, обеспечивается разряд нейтрального газа. Это создает среду, содержащую озон, нейтралы, ионы, радикалы, электроны. Электроны приобретают высокую температуру и энергию, ускоряются полем и бомбардируют молекулы газа. Так же происходят и другие процессы ионизации, присоединения электронов с образованием ОН⁻ О⁻. Данная реакционноспособная смесь хорошо подходит для превращения загрязняющих веществ в СО₂ и Н₂О и другие продукты разложения менее вредные для окружающей среды. Далее газовая смесь поступает на катализатор, который имеет разветвленную поверхность с большой рабочей площадью. На поверхности катализатора в макро-, мезо- и микропорах происходят завершающие окислительные процессы очистки. Так же происходит деструкция непрореагировавшего озона. В итоге очищенный воздух выбрасывается в атмосферу.

Заявляемое изобретение поясняется примерами.

Пример 1. Подбор оптимальных характеристик плазменного модуля.

Для экспериментальных исследований была собрана установка для получения озона и серия образцов модуля-озонатора с различными характеристиками расстояния между металлическими шпильками и расстояния от края шпильки до пластины. Более подробные характеристики образцов приведены в таблице.

Характеристики испытываемых образцов

№ п/п	Расстояние между металлическим и шпильками	Расстояние от края шпильки до изоляционной пластины	Толщина изоляционной пластины (стекла)	Количество шпилек	Материал, из которого выполнены электроды
	мм	мм	мм	шт	
1	5	1	1	29	нержавею- щая сталь
2	5	1	2	29	нержавею- щая сталь
3	5	1	3	29	нержавею- щая сталь
4	5	3	1	29	нержавею- щая сталь
5	5	3	2	29	нержавею- щая сталь
6	5	3	3	29	нержавею- щая сталь
7	5	5	1	29	нержавею- щая сталь
8	5	5	2	29	нержавею- щая сталь
9	5	5	3	29	нержавею- щая сталь
10	10	1	1	29	нержавею- щая сталь
11	10	1	2	29	нержавею- щая сталь
12	10	1	3	29	нержавею- щая сталь
13	10	3	1	29	нержавею- щая сталь
14	10	3	2	29	нержавею- щая сталь
15	10	3	3	29	нержавею- щая сталь
16	10	5	1	29	нержавею- щая сталь
17	10	5	2	29	нержавею- щая сталь
18	10	5	3	29	нержавею- щая сталь
19	15	1	1	29	нержавею- щая сталь
20	15	1	2	29	нержавею- щая сталь
21	15	1	3	29	нержавею- щая сталь
22	15	3	1	29	нержавею-

					щая сталь
23	15	3	2	29	нержавею- щая сталь
24	15	3	3	29	нержавею- щая сталь
25	15	5	1	29	нержавею- щая сталь
26	15	5	2	29	нержавею- щая сталь
27	15	5	3	29	нержавею- щая сталь
28	20	1	1	29	нержавею- щая сталь
29	20	1	2	29	нержавею- щая сталь
30	20	1	3	29	нержавею- щая сталь
31	20	3	1	29	нержавею- щая сталь
32	20	3	2	29	нержавею- щая сталь
33	20	3	3	29	нержавею- щая сталь
34	20	5	1	29	нержавею- щая сталь
35	20	5	2	29	нержавею- щая сталь
36	20	5	3	29	нержавею- щая сталь
37	10	3	2	58	нержавею- щая сталь
38	15	3	2	58	нержавею- щая сталь

В ходе испытаний каждый из образцов работал в установке в течение одного часа. За это время измеряли следующие параметры: напряжение, частота, ток, температура потока, расход воздуха, количество генерируемого озона. Также после одного часа работы проводили визуальный осмотр состояния модуля. В результате испытаний наилучшим образом себя показали образцы 14, 23. Эти образцы показали наилучший баланс вклада энергии и генерируемого озона. Также хороший результат показали образцы 5, 32, 37, 38. Но данный конструктив обусловлен либо большими габаритами, либо усложнением сборки, либо приложением большого количества энергии. Остальные образцы показали неудовлетворительный результат.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

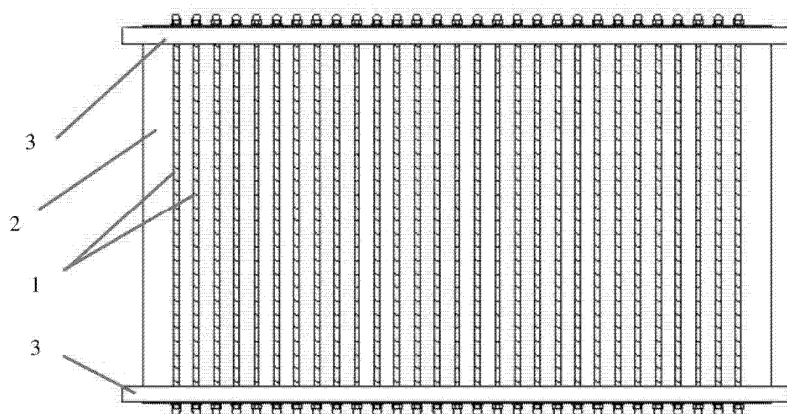
1. Плазменный модуль-озонатор, включающий электроды и расположенную между ними с зазором диэлектрическую пластину, выполненную из стекла, причем электроды и пластина с двух сторон закреплены на держателях, отличающийся тем, что электроды выполнены из металлических шпилек, расположенных на одной линии параллельно пластине на расстоянии друг от друга 5-15 мм и на расстоянии 1-5 мм от края шпильки до пластины, кроме того, внутри стеклянной пластины расположены изолированные электроды.

2. Плазменный модуль-озонатор по п.1, отличающийся тем, что шпильки расположены на расстоянии 10-15 мм друг от друга.

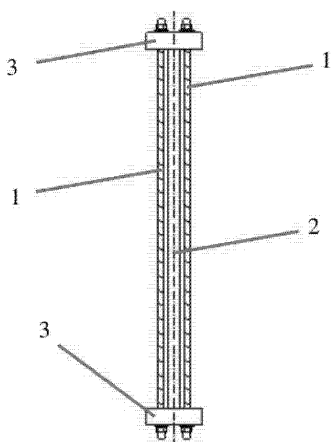
3. Плазменный модуль-озонатор по п.1, отличающийся тем, что используют закаленное силикатное стекло толщиной 1-3 мм.

4. Плазменный модуль-озонатор по п.1, отличающийся тем, что электроды выполнены из нержавеющей стали.

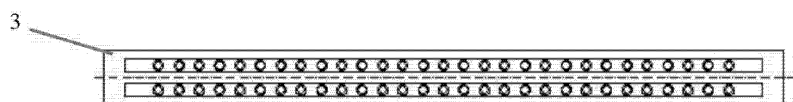
5. Установка для получения озона, включающая плазменный модуль-озонатор по п.1, а также соединенные с ним пульт управления, питающий силовой преобразователь, каталитический блок и вентилятор, причем преобразователь выполнен с возможностью регулирования мощности.



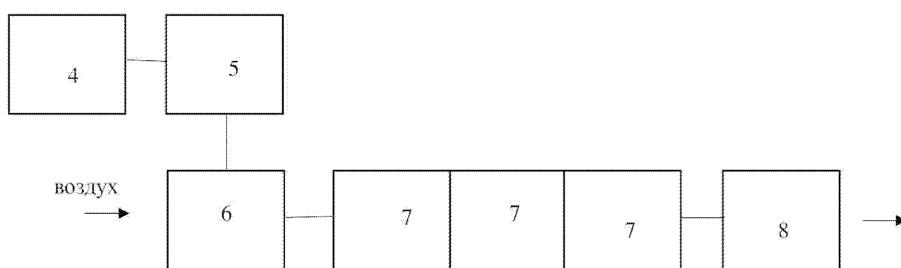
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

