

УДК 67/68:331.344.2

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ТОНКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ

THE DEVICE FOR PURIFICATION OF AIR

А.С. АБИШОВА
A.S. ABISHOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: nauka@atu.ru

В работе предложено устройство для очистки воздуха, обеспечивающее высокую эффективность улавливания тонкодисперсной пыли. Устройство обладает простотой конструкции и отсутствием дополнительных приспособлений для улавливания потока запыленного газа, проходящего через него.

In work the device for purification of air providing high efficiency of trapping fine dust is offered. The device has simplicity of a design and lack of additional devices for catching a flow of the dusty gas passing through it.

Ключевые слова: коронный разряд, возбуждение, игла, озон, озонаторы.

Keywords: corona digit, excitation, needle, ozone, ozonizers.

На промышленных предприятиях технологические выбросы часто содержат значительное количество мелкодисперсной фракции, которая улавливается существующими пылеуловителями весьма неэффективно, а другие противопылевые мероприятия также не помогают. Если при местной и общеобменной вентиляционной вытяжке загрязнение окружающей среды может быть предотвращено с помощью электрофильтров или электросепараторов, то в производственных помещениях оставшаяся высокодисперсная пыль будет продолжать оставаться в воздухе и может оказаться на любом участке, в зависимости от направления вихревых потоков воздуха в помещении. В связи с этим вопросы газоочистки в производственных помещениях, особенно касающиеся высокодисперсной пыли с высокой концентрацией, остаются до сих пор актуальными и требуют своего решения.

Как известно, отрицательные аэроионы кислорода обладают целебными свойствами. Проникая в легкие человека, они заряжают кровь, делают клетки и ткани организма более стойкими, то есть повышают иммунитет к другим болезням, в целом создают благоприятный микроклимат в помещении. Озон, в свою очередь, служит для дезинфекции и санации воздуха, очищает его от органических соединений, запахов различного происхождения, бактерий и других болезнетворных микроорганизмов.

Озонаторы применяются в различных областях: в медицине, в сельском хозяйстве, в пищевой и легкой промышленности, в химических производствах. Они могут использоваться непосредственно для очистки и обезвреживания воздуха, а также для разложения вредных запахов и токсичных органических веществ в производственных отходах и выбросах [1].

Разработанное устройство [2] служит для очистки воздуха, обеспечивает высокую эффективность улавливания тонкодисперсной пыли, имеет простую конструкцию и обладает отсутствием дополнительных приспособлений с целью создания потока запыленного газа, проходящего через него.

Одним из путей интенсификации процесса коагуляции аэрозольных частиц является их биполярная зарядка. Кулоновские силы притяжения, возникающие между разноименно заряженными частицами, способствуют их сближению и коагуляции. Кроме кулоновских сил притяжения на взаимное движение частиц, то есть на величину константы коагуляции, влияют инерционные и гидродинамические силы, силы тяжести, которые зависят от скоростей, массы и размеров частиц, а также расстояния между ними.

Было предложено выражение для константы коагуляции K для двух разноименно заряженных частиц с радиусами r_1 и r_2 , причем $r_1 \geq r_2$:

$$K = - (q_1 q_2 / \varepsilon_0) V_2 = - (q_1 q_2 / \varepsilon_0 6\pi \mu r_2), \quad (1)$$

где q_1 и q_2 – соответственно заряды большей и меньшей частиц (для определенности полагаем $q_1 \geq 0$ и $q_2 \leq 0$); ε_0 – диэлектрическая постоянная вакуума; $V_2 = 1/(6\pi \mu r_2)$ – подвижность меньшей частицы; μ – вязкость воздуха.

В устройстве процессы зарядки и разрядки заряженных частиц осуществляются поочередно, а другие силы, гидродинамические и силы тяжести, влияющие на процессы коагуляции, направлены по вертикали вниз. Такое положение в целом обеспечивается осесимметричным и последовательным расположением коронирующих электродов в виде игл на сетках и поочередным подключением их к разным полюсам источника питания, а также свойствами электрического ветра, присутствующего в коронном разряде. Электрический ветер, являющийся обязательным атрибутом коронного разряда, создает скоростной напор потока воздуха (до 5 м/с) в рабочей зоне и заставляет работать устройство в режиме ионно-конвекционного насоса.

На рис. 1 (устройство для очистки воздуха: 1 – разрядные камеры; 2 – сетчатое дно; 3 – коронирующие иглы; 4 – диэлектрические стержни; 5 – прокладки; 6 – корпус; 7 – пылесборник; 8 – стойки;

9 – озонопоглощающий материал) показана функциональная схема устройства в разрезе.

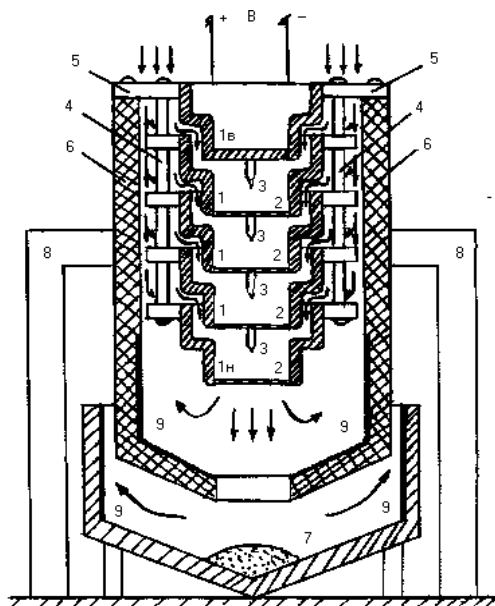


Рис. 1

Устройство содержит разрядные камеры 1 в виде фигурных цилиндров с сетчатым дном 2, на котором прикреплены коронирующие иглы 3, причем верхняя 1в и нижняя 1н разрядные камеры отличаются от остальных по своей конструкции. Если верхняя камера 1в не имеет сетчатого дна, то к нижней камере 1н не прикреплена коронирующая игла. Разрядные камеры 1 собираются соосно с помощью двух диэлектрических стержней 4, которые в свою очередь через прокладки 5 крепятся к основному корпусу 6 устройства, выполненного из диэлектрического материала (фторопласт, винипласт и т.д.) в виде цилиндра с конусным дном с отверстием для прохождения аэрозольных частиц в пылесборник 7. Корпус 6 устройства держится на стойках 8 в вертикальном положении. Следует отметить, что при сборке разрядных камер 1 с помощью стержней 4 между камерами оставляются зазоры для прохождения запыленного воздуха в рабочую зону. Конусная часть внутри корпуса 6 и внутренняя поверхность пылесборника 7 покрыты озонопоглощающим материалом 9. После подачи напряжения достаточной величины на

коронирующие электроды (3) разрядных камер (1) в них возникает и протекает коронный разряд, причем в зонах "а" будет преобладать отрицательный пространственный заряд, тогда как в зонах "в" будет присутствовать положительный пространственный заряд. С течением некоторого времени (не более 5 с) в разрядных камерах 1, расположенных в ряд, устанавливается устойчивый электрический ветер, направленный вниз, и устройство начинает работать в режиме ионно-конвекционного насоса. В результате начинается процесс засасывания наружного воздуха внутрь устройства через зазоры, которые имеются в каждой разрядной камере. Поэтому процессы зарядки и разрядки аэрозольных частиц, что является главным для электрокоагуляции заряженных частиц, протекают во всех зонах "а" и "в" одновременно и в постоянном движении из-за присутствия электрического ветра.

Таким образом, аэрозольные частицы, подвергаясь многократной зарядке и разрядке в рабочей зоне и многократно участвуя в процессах электрокоагуляции, постепенно наращивают свои размеры, а затем, вовлекаясь электрическим ветром и под силой тяжести, попадают в пылесборник 7. Тонкодисперсная пыль, которая не успела нарастить свой размер, поднимается вверх и через зазоры разрядных камер 1 снова попадает во внутрь устройства и снова подвергается обработке. Этот процесс может повторяться многократно.

Ввиду того, что отрицательная корона с иглы протекает более интенсивно по сравнению с положительной, балластные сопротивления R в цепи питания разрядных камер 1, где возникает отрицательная корона, имеют более высокие значения, чем сопротивления в цепи положительной короны. Как известно, другим обязательным атрибутом коронного разряда является образование озона в зоне разряда. В нашем случае также образуется озон, хотя в очень малых количествах, не превышающих ПДК озона в атмосферном воздухе. Между тем, чтобы оградить от озона окружающую среду, предлагаемое устройство снабжено озонопоглотителями 9.

Разработанное устройство имеет следующие параметры: радиус закругления игл 0,2 мм, радиус внешнего цилиндра 8 мм, расстояние от кончика игл до сетки равнялось 6 мм, а напряжение питания разрядных камер менялось в диапазоне от 4 до 14 кВ. При напряжении источника питания 10 кВ средний ток равнялся 8 мкА. Было опробовано устройство, состоящее из двух разрядных камер, в которых протекает коронный разряд разной полярности. При этом очистка воздуха осуществляется в одностадийном режиме, то есть аэрозольные частицы в этом случае только однажды заряжаются и однажды разряжаются. Отметим, что контрольные испытания устройства на задымленность атмосферного воздуха показали, что предлагаемое устройство пригодно для очистки воздуха от тонкодисперсных аэрозольных частиц в виде дыма и может быть использовано как в производственных, так и в служебных помещениях. При таком упрощенном виде исполнения устройства, через некоторое время (не более 5 с) появляется устойчивый электрический ветер, и табачный дым затягивается внутрь разрядных камер, то есть выполняется принцип ионно-конвекционного насоса [2].

Кроме того, предлагаемое устройство, ввиду существующей возможности изменения его конструкции (многоэлектродность и многокамерность), создает условия для

очистки воздуха с большой концентрацией пыли и тонкодисперсных аэрозольных частиц.

ВЫВОДЫ

На основе коронного разряда разработано устройство для очистки воздуха от высокодисперсной пыли. Устройство обеспечивает высокую эффективность улавливания тонкодисперсной пыли, имеет простую конструкцию и отсутствие дополнительных приспособлений для улавливания потока запыленного воздуха, проходящего через него. Новизна устройства подтверждена инновационным патентом РК №24374.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абишова А.С.* Исследование процессов распространения токсичных компонентов пыли и разработка метода озонной очистки воздуха: Дис....канд. техн. наук. – Алматы, 2009.
2. *Абишова А.С. и др.* Озонатор. Инновационный Патент №24374 от 27.06.2011.

REFERENCES

1. *Abishova A.S.* Issledovanie processov rasprostraneniya toksichnyh komponentov pyli i razrabotka metoda ozonnoj ochistki vozduha: Dis....kand. tehn. nauk. – Almaty, 2009.
2. *Abishova A.S. i dr.* Ozonator. Innovacionnyj Patent №24374 ot 27.06.2011.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 28.08.16.