

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 629.12.065

Гаджиев Х.М., Магомедов С.М., Челушкина Т.А., Шкурко А.С.

ИННОВАЦИОННАЯ РАЗРАБОТКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУШНЫХ ФИЛЬТРОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ИОННОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Gadjiyev H.M., Magomedov S.M., Chelushkina T.A., Shkurko A.S.

INNOVATIVE DESIGN TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF AIR FILTERS THROUGH THE USE OF ULTRASONIC TRANSDUCERS AND HIGH ION THRUSTER

В статье рассмотрена возможность повышения эффективности работы воздушного фильтра за счет применения высоковольтного ионного движителя и ультразвуковых излучателей.

Ключевые слова: воздушный фильтр, высоковольтный ионный движитель, ультразвуковой излучатель.

The article considers the possibility to increase the efficiency of the air filter by applying a high-voltage ion propulsion and the ultrasonic transducers.

Key words: air filter, high voltage ion propulsion, ultrasonic emitter.

Современный этап развития человечества характеризуется ускоряющейся тенденцией по ухудшению экологической обстановки в окружающей среде. Наиболее подвержен загрязнению оказался атмосферный воздух. При этом изменился не только химический состав атмосферного воздуха, но и появилось множество пылевых частиц различной формы и химического состава.

Частичное решение проблемы для жилых и производственных помещений предусматривает использование широкого диапазона различных воздушных фильтров с применением абсорбирующих материалов [1,2].

Однако большинству конструкций воздушных фильтров присущ целый ряд технических, физических и эксплуатационных недостатков. К основным недостаткам можно отнести необходимость в абсорбции пылевых частиц различного размера. Так применение мелкопористого абсорбента упирается в увеличение сопротивления воздушному потоку и быстрому выходу фильтра из строя, вследствие загрязнения. Применение крупных пор приводит к тому, что мелкие частицы беспрепятственно проникают сквозь фильтр.

Дополнительной проблемой является образование барьеров в виде тонких

слоёв в фильтре с забившейся пылью, что препятствует использованию всего объёма абсорбирующего материала. Это снижает, как технические показатели фильтров, так и эксплуатационные, требуя частую замену фильтрующего абсорбента, хотя прежний ещё не исчерпал полностью свой ресурс.

Кроме того, определённую долю недостатков в виде деструктивного шума и расходов на энергопотребление вносит система вентиляции для прокачки атмосферного воздуха через фильтр.

Для устранения перечисленных недостатков и повышения технических и эксплуатационных характеристик целесообразно внести изменения в конструкцию воздушных фильтров.

Прежде всего, в качестве двигателя для принудительной вентиляции целесообразно применить высоковольтный ионный движитель, позволяющий с минимальными затратами обеспечить спиральное движение, как катионов атмосферного воздуха, так и пылевых частиц, от центральной оси фильтра к боковым поверхностям через абсорбирующий материал.

Для более равномерного использования абсорбирующего материала желательно оказывать на частички пыли воздействие ультразвуком, причём для создания резонанса частичек пыли различной конфигурации и размера потребуется девиация частоты ультразвука в пределах заданного диапазона.

На рисунке 1 приведена конструкция предлагаемого воздушного фильтра с использованием ультразвуковых излучателей и высоковольтного ионного движителя. Функционирует воздушный фильтр следующим образом. Атмосферный воздух 1 поступает вдоль центральной оси 5 и под действием высоковольтного ионного движителя молекулам воздуха и частичкам пыли придается круговое спиральное движение от центральной оси 5 через абсорбирующий материал 4 к наружной цилиндрической стенке 3 для частичек пыли и катионов воздуха и, наоборот – для анионов.

Далее очищенный воздух 2, обогащённый катионами, поступает в обслуживаемое жилое или производственное помещения.

Наружная цилиндрическая поверхность 3 заземляется (для повышения безопасности) относительно центрального осевого провода 5, на который подаётся высоковольтное напряжение, имеющее величину, при которой возникает ионизация нейтральных молекул воздуха (в основном азота и кислорода). Частицы пыли, соприкасаясь с центральным отрицательным проводником в виде металлического стержня 5, также приобретают отрицательный заряд и вместе с катионами воздуха начинают отталкиваться (по радиусам сечения) под действием силы Кулона в сторону боковой цилиндрической стенки 3 с нулевым зарядом, прилипая к которой они отдают избыточный отрицательный заряд.

Под действием силы Лоренца частички пыли, движущиеся вдоль радиусов сечения поперек силовым линиям магнитного поля, имеющие отрицательный заряд, вместе с катионами воздуха смещаются по нормали к радиусам сечения. В результате совместного действия обоих сил возникает спиральное движение.

В конечном итоге, на стенке 3 образуется пылевой слой определённой толщины, предназначенный для последующего удаления во время профилактической чистки. Анионы атмосферного воздуха движутся в направлении проти-

воположном катионам и наэлектризованной пыли, которая застревает в абсорбирующем материале 4, причем под действием ультразвукового излучателя 8 происходит разрушение пылевых пленок на поверхности и в объеме абсорбирующего материала 4 и более равномерного заполнения по всему объему.

Движение анионов и катионов происходит поперёк линиям магнитного поля, индуцируемого соленоидом в виде электромагнитной катушки, представляющей собой изолированный провод 6, намотанный снаружи цилиндрической поверхности 3.

Такая конструкция обеспечивает при подаче напряжения от источника питания 7 формирование вдоль центральной оси параллельных линий магнитного поля, сквозь которые навстречу друг другу от боковых стенок к центральному осевому стержню под действием высоковольтного напряжения двигаются анионы, а навстречу им двигаются катионы и наэлектризованная пыль под действием кулоновской силы в соответствии с формулой:

$$F_k = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}, \quad (1)$$

где $|q_1|$ - модуль заряда аниона, катиона или частички пыли, $|q_2|$ - модуль заряда центральной оси, r - расстояние между анионами, катионами или частичками пыли и центральной осью, k - коэффициент пропорциональности.

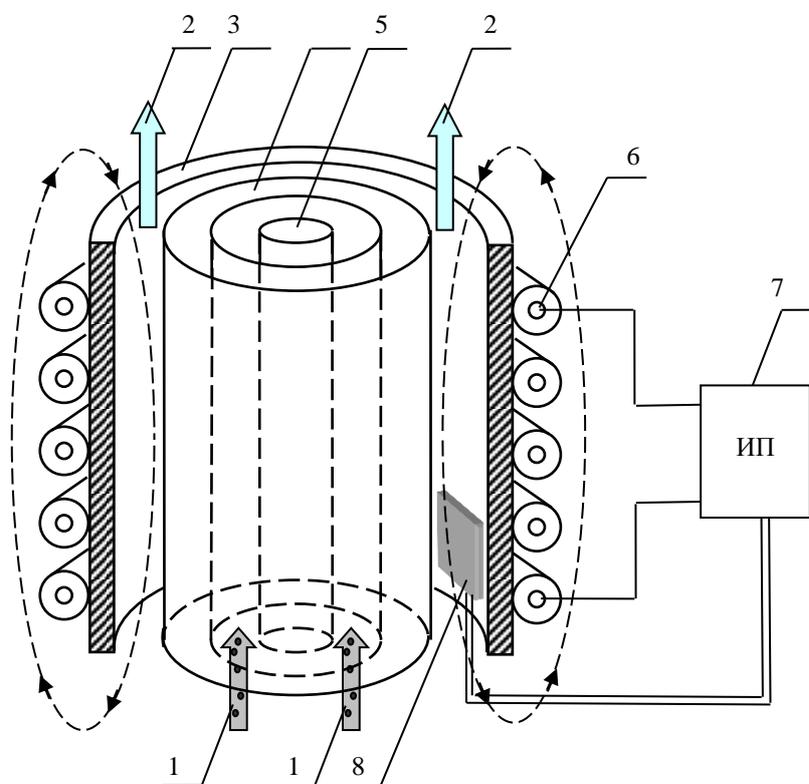


Рисунок 1 - Воздушный фильтр с использованием ультразвуковых излучателей и высоковольтного ионного двигателя

Коэффициент k в СИ принято записывать по формуле:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon}, \quad (2)$$

где $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н·м² – электрическая постоянная, ϵ – диэлектрическая проницаемость среды. Для вакуума $\epsilon=1$, $k=9 \cdot 10^9$ Н·м/Кл².

Одновременно с силой Кулона действует сила Лоренца, которая придаёт и молекулам атмосферного воздуха и частичкам пыли одинаковую форму смещения в одну сторону (против часовой стрелки при виде сверху) по круговым орбитам вокруг центральной оси в соответствии с формулой:

$$F_{\text{л}} = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha, \quad (3)$$

где q – заряд аниона, катиона или частичек пыли, B – вектор индукции магнитного поля, v – скорость аниона, катиона или частичек пыли, α – угол между вектором индукции магнитного поля и направления движения.

Центробежная сила (совместно с силой Кулона) трансформирует эти круговые орбиты в спиральные траектории с малым шагом смещения от центра. Центробежная сила вычисляется по формуле:

$$F_{\text{ц}} = m \cdot a = \frac{m \cdot v^2}{r}, \quad (4)$$

где m – масса, катиона или частичек пыли, a – ускорение аниона, катиона или частичек пыли, v – скорость аниона, катиона или частичек пыли, r – расстояние аниона, катиона или частичек пыли от центральной оси.

В результате молекулы воздуха и частички пыли приобретают спиральное движение под действием суммарной силы:

$$F_{\Sigma} = F_{\text{к}} + F_{\text{л}} + F_{\text{ц}}. \quad (5)$$

Для анионов спираль получается более пологой за счет того, что из силы Кулона вычитается сила Лоренца, а для катионов и частичек пыли сила Кулона складывается с силой Лоренца. В итоге большая часть воздуха приобретает тенденцию к движению в сторону от центральной оси к стенкам и работает как центробежный насос. Причем все частички пыли движутся только от центральной оси к стенкам, т.е. практически вся энергия тратится большей частью только на перемещение частичек пыли, а молекулы воздуха практически не расходуют электроэнергию, за исключением небольшой части катионов (в том числе озона), которые поступают в обслуживаемое помещение. Такой насос работает не только экономично, но и бесшумно, что является дополнительным преимуществом. Траектории спирального движения молекул воздуха и частичек пыли приведены на рисунке 2.

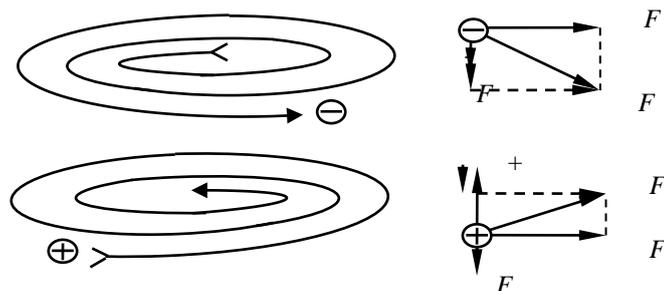


Рисунок 2 - Траектории спирального движения молекул воздуха и частичек пыли в воздушном фильтре

Такое движение более предпочтительно для работы воздушного фильтра, так как традиционная схема нагнетания вентилятором приводит к прямолинейному радиальному движению молекул воздуха или частичек пыли сквозь абсорбент, приводя к кратковременному взаимодействию частичек пыли с абсорбентом и создавая зоны неравномерного загрязнения поверхности.

Инновационная схема воздушного фильтра предусматривает спиральное движение, при котором молекула воздуха и частички пыли находятся намного дольше в зоне взаимодействия с абсорбирующим материалом. Дополнительным преимуществом является уменьшение положительных анионов и насыщения отрицательными катионами воздуха в помещении. Так же при определённой величине напряжения происходит не просто ионизация воздуха и насыщение его катионами, а озонирование его. При этом совместное воздействие высокого напряжения и озона позволит уничтожать бактерии, проходящие через фильтр. Ультразвуковой излучатель способен не только улучшать работу фильтра (за счет разрушения барьеров из пылевых пленок и равномерного заполнения абсорбента), но и на определённых частотах может распугивать насекомых и грызунов в помещении. Так, например, можно кратковременно изменять частоту ультразвука до величины, при которой крылья комара или мухи попадут в резонанс и не позволят им летать, а короткие паузы (для отпугивания комаров и мух) практически не мешают работе фильтра под действием ультразвука. Для энергосбережения и упрощения конструкции вместо электромагнита можно применить мощные неодимовые кольцевые постоянные магниты. В перспективе целесообразно использовать ионный движитель с использованием вращающегося магнитного поля как в трехфазном асинхронном двигателе в качестве самостоятельного устройства для реализации бесшумных высокоэффективных систем вентиляции или двигателей для летательных аппаратов, либо морских судов. Кроме того, имеется возможность для реализации акустической системы с практически идеальной амплитудночастотной характеристикой.

Библиографический список:

1. Патент РФ на полезную модель №64987. Воздушный фильтр/ Вечелковский А.В.

2. Патент РФ №2299818. Инерционный фильтр / Жариков В.А., Закатов С.П., Нагорный В.Г.

УДК 681.382

Исмаилов Т.А., Евдулов Д.В., Мустафаев А.Г., Рамазанова Д.К.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ

Ismailov T.A., Evdulov D.V., Mustafaev A.G., Ramazanova D.K.

DEVICES FOR COOLING ELECTRONIC CIRCUIT BOARDS

В работе описаны конструктивные варианты устройств для охлаждения электронных плат, выполненных на базе термоэлектрических батарей и плавящихся рабочих веществ, реализующие неравномерный метод отвода теплоты от тепловыделяющих компонентов. Проведено сопоставление температурных полей имитатора электронной платы при его равномерном и неравномерном охлаждении.

***Ключевые слова:** охлаждение, электронная плата, термоэлектрическая батарея, плавящееся вещество, температурное поле.*

In the work described structural variants of devices for cooling electronic circuit boards, made on the basis of thermoelectric batteries and consumable working substances, implementing uneven process of removing heat from heat-generating components. A comparison of temperature fields of electronic circuit simulator with his uniform and non-uniform cooling.

***Key words:** cooling, electronic board, the thermoelectric battery, consumable substance, temperature field.*

Современные устройства РЭА характеризуются высокими локальными рассеяниями тепла, что вызывает дестабилизацию их работы и снижает надежность. Применение систем обеспечения температурных режимов на основе воздушного, водяного охлаждения или тепловых труб часто невозможно из-за эксплуатационных и массогабаритных ограничений [1]. Поэтому решение задачи температурной стабилизации РЭА может быть получено применением в качестве систем обеспечения температурных режимов охлаждающих термоэлектрических устройств (ТЭУ), оптимально сочетающихся с РЭА по важнейшим энергетическим и массогабаритным показателям.

Использование охлаждающих ТЭУ позволяет применить неравномерное охлаждение, при котором различные элементы и узлы РЭА в зависимости от выделяемого тепла охлаждаются с различной степенью интенсивности [2]. В этом случае уровень теплосъема с отдельных тепловыделяющих участков РЭА