

БЕСПАЛОВ Н. Н., САЙГУШЕВ В. С., ПЕРКОВ А. А.
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ МАЛОГАБАРИТНОГО
ЭЛЕКТРОННОГО ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЯ

Аннотация. Статья посвящена разработке структуры малогабаритного электронного воздухоочистителя. Приведены структурные схемы устройства с подробным их описанием.

Ключевые слова: малогабаритный электронный воздухоочиститель, электростатический фильтр, преобразователь напряжения, генератор высоковольтного напряжения, ЭПРА, блок управления, датчик пыли.

BESPALOV N. N., SAYGUSHEV V. S., PERKOV A. A.
DEVELOPMENT OF A SMALL ELECTRONIC AIR CLEANER

Abstract. The article is devoted to the development of the structure of a small-sized electronic air cleaner. Structural diagrams of the device with their detailed description are given.

Keywords: small electronic air cleaner, electrostatic filter, voltage converter, high voltage generator, electronic ballast, control block, dust sensor.

Современный мир постоянно сталкивается с различного рода загрязнениями воздушной среды. Особенно это относится к городской среде, в которой обитает большее количество людей. Городской воздух и воздух обитаемых помещений насыщен различного видами пыли, химических соединений, болезнетворными вирусами и бактериями, плесневыми грибами, которые неблагоприятно сказываются на жизнедеятельности людей, животных и растений. В связи с этим для снижения этих неблагоприятных факторов наука и промышленность стали обеспечивать современный мир способами и аппаратурой для очистки воздуха.

В настоящее время для очистки воздуха в помещениях разработано и серийно выпускается множество разновидностей систем очистки воздуха, к которым относятся, например, фотокаталитические воздухоочистители, адсорбционные (угольные) фильтры, НЕРА-фильтры, электростатические фильтры, воздухоочистители на основе водного фильтра, ионизаторные и озонаторные системы. Очистители воздуха способны очищать воздух от пыли, ворсинок покрытий, шерсти домашних животных, табачного дыма, аэрозолей, запахов от приготовленной пищи, бактерий, вирусов и плесневых грибов.

На отечественном рынке широкой популярностью пользуется модельный ряд отечественных электронных воздухоочистителей серии Супер-Плюс, выпускаемых компанией ООО “ЭкоДом”. Основу этих очистителей, например, марок «Супер-Плюс-Турбо» и «Супер-Плюс-Био (LCD)» составляют пассивные электростатические фильтры,

питаемые высоковольтных источником напряжения, которые помещены в пластмассовые корпуса [1; 2]. Работа этих приборов, как утверждают авторы, основана на принципе «ионного ветра», который возникает в результате возникновения коронного разряда между осадительными пластинами электростатического фильтра, помещённого в специальные кассеты. Разряд между пластинами возникает при подаче на них высоковольтного постоянного напряжения. Это обеспечивает движение потока воздуха через кассеты приборов. При этом частицы аэрозоля (пыль, дым, микроорганизмы), загрязняющие воздух, всасываются вместе с воздухом в кассеты фильтра, где приобретают электрический заряд и под действием электростатического поля прилипают к осадительным пластинам, расположенным внутри кассет. Однако при этом в воздухе, проходящем через осадительные пластины в зоне коронного разряда, возникающего между ними, дополнительно образуется высокотоксичный газ озон, который позволяет, конечно, эффективно уничтожать в помещении неприятные запахи, подавлять жизнедеятельность болезнетворных бактерий, вирусов, спор грибков и плесени. При этом конструктивные особенности электростатического фильтра позволяют не только очищать воздух в помещении от содержащихся в нём посторонних частиц, но и дополнительно осуществлять его ионизацию. Однако при таком принципе очистки воздух очищаемого помещения озоном, который является высокотоксичным веществом, а поэтому способен вызвать у людей и животных ожоги верхних дыхательных путей, раздражение глаз, и даже отравление [3].

Воздухоочиститель AIC XJ-4000 представляет собой устройство, предназначенное для очистки воздуха в помещении от различных загрязнений, таких как: пыль, аллергены, запахи, масляные взвеси, табачный дым, гарь, аэрозоли и мельчайшие пылевые частицы. В своём составе воздухоочиститель состоит из следующих систем фильтраций: фотокаталитический фильтр, «HEPA» фильтр, электростатический (плазменный) фильтр, фильтр предварительной очистки. А также имеет в своем составе ультрафиолетовые лампы [4]. Воздухоочиститель AIC XJ-4000 оснащен системой управления и множеством датчиков.

Данный воздухоочиститель является высокоэффективным средством очистки воздуха, однако наличие в нём фотокаталитического фильтра с покрытием диоксида титана при влиянии ультрафиолетового света создаёт условия образования мощных природных окислителей – озона и высших оксидов [5], которые также могут неблагоприятно повлиять на людей, животных и растений, которые находятся в обрабатываемом помещении. В связи с этим такие воздухоочистители желательно использовать в безлюдных помещениях.

Необходимо отметить, что для создания благоприятной для живых организмов среды требуется создание в воздухе помещений отрицательных ионов кислорода [6–8].

Для того, чтобы решалась задача эффективной очистки воздуха в помещениях, где

находятся люди, животные и растения, без применения озона и открытого ультрафиолетового облучения, но с эффективной функцией создания благотворной отрицательной ионизации кислорода требуется создание нового устройства очистки рециркуляторного типа, которое обеспечивает в обитаемых помещениях следующее:

- предварительную эффективную очистку воздуха от крупнозернистой пыли на основе фильтров типа НЕРА и/или угольных фильтров в системе дутьевого воздуха;
- дополнительную очистку воздуха от мелкозернистой пыли с помощью электростатического фильтра без выделения озона, но позволяющего создавать отрицательные ионы кислорода на выходе устройства;
- дополнительную обработку воздуха бактерицидными ультрафиолетовыми безозоновыми лампами, что позволяет эффективно уничтожать болезнетворные вирусы и бактерии.

Разрабатываемое нами малогабаритное электронное воздухоочистительное устройство при обеспечении высокой эффективности очистки воздуха за счёт применения высокоэффективных фильтров и бактерицидного безозонового ультрафиолетового облучения дутьевого воздуха позволит существенно снизить вероятность образования в воздухе помещения вредного для людей, животных и растений газа озона и повысить концентрацию благотворных отрицательных аэроионов кислорода.

Структурная схема разрабатываемого малогабаритного электронного воздухоочистителя рециркуляторного типа представлена на рисунке 1.

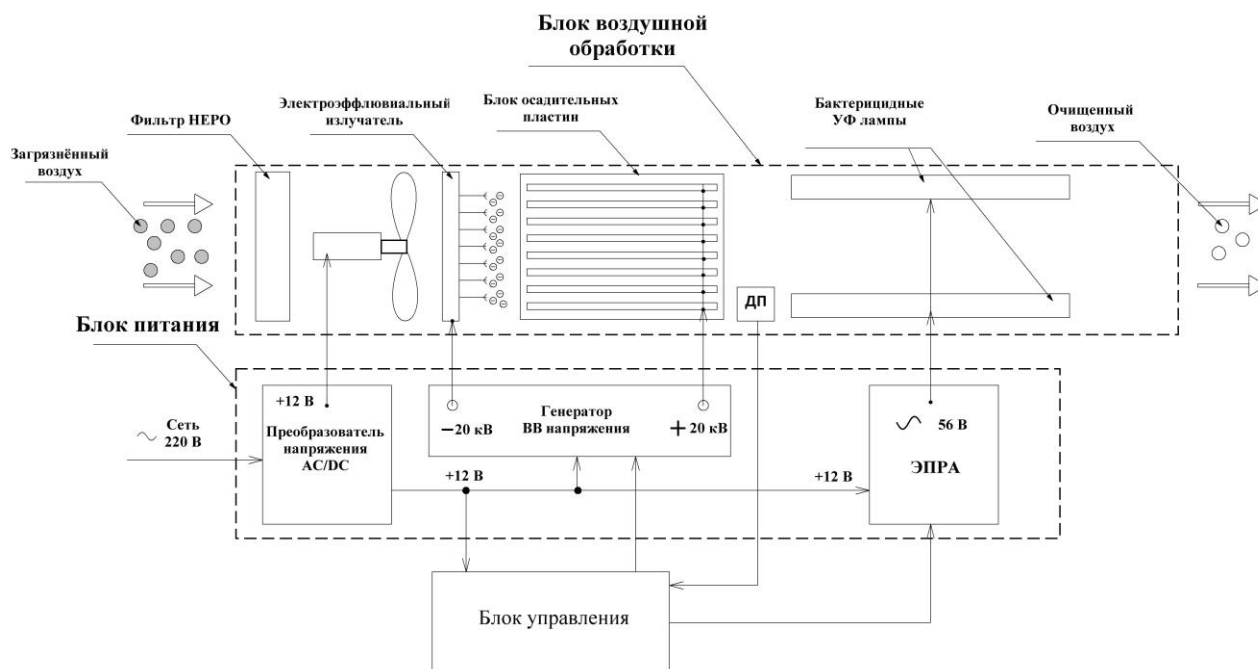


Рис. 1. Структурная схема малогабаритного электронного воздухоочистителя.

Работа устройства осуществляется следующим образом. Под влиянием работы вентилятора, входящий в блок воздушной обработки, загрязнённый воздух из помещения всасывается в корпус устройства и первично очищается в фильтре типа «HEPA». Далее воздух подаётся в зону работы электроэффлювиального игольчатого излучателя, который находится под высоким отрицательным потенциалом. В этой зоне оставшиеся частицы пыли заряжаются отрицательно. После этой зоны воздух попадает в зону осадительных пластин, которые находятся под положительным потенциалом. При этом остаточные частицы пыли оседают на этих пластинах. Далее очищенный от пыли дутьевой воздух поступает в зону действия бактерицидных безозоновых ультрафиолетовых ламп, где происходит его дополнительная очистка от болезнетворных бактерий, вирусов, спор грибков и плесени. С выхода рециркулятора в помещение подается очищенный отрицательно ионизированный воздух благотворный для жизнедеятельности живых организмов.

Устройство питается от сети переменного напряжения 220 В через блок питания. При этом сетевое напряжение при помощи линейного преобразователя напряжения AC/DC преобразуется в постоянное +12 В. С выхода блока питания это напряжение подаётся на питающие входы вентилятора, генератора высоковольтного напряжения, электронно-пусковой аппарата (ЭПРА), который питает бактерицидные УФ-лампы, и блока управления.

Структурная схема преобразователя AC/DC представлена на рисунке 2.

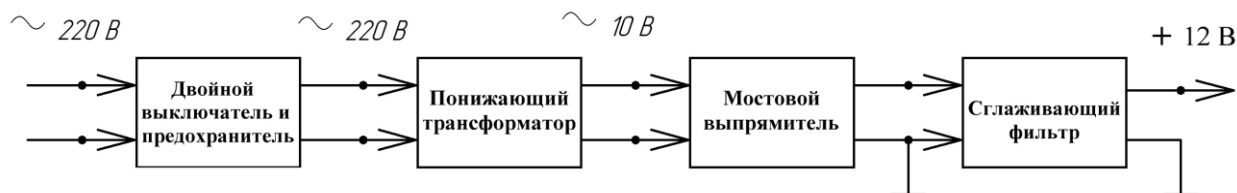


Рис. 2. Структурная схема блока питания.

Сетевое переменное напряжение 220 В через выключатель и предохранитель подаётся на первичную обмотку понижающего трансформатора источника питания, со вторичной обмотки которого переменное напряжение 10 В подаётся на вход мостового выпрямителя, на выходе которого установлен ёмкостной фильтр. В результате такого построения на выходе источника питания образуется квазипостоянное напряжение +12 В с некоторыми пульсациями. Выбор такой схемы обусловлен тем, что данный тип линейного AC/DC преобразователя по сравнению с импульсным AC/DC преобразователем создаёт значительно меньшие электрические помехи в питающей сети.

Такая структура устройства позволяет также осуществлять общее питание от аккумуляторной батареи с напряжением +12 В, что позволяет использовать очиститель в

помещениях без установленной промышленной сети.

Блок управления (рисунок 1) осуществляет следующие функции:

- управляет генератором высоковольтного напряжения, который создаёт напряжение на электроэффлювиальном излучателе и осадительных пластинах;
- управляет работой датчика пыли, который отслеживает уровень загрязнённости осадительных пластин и передает сигнал в блок управления при превышении концентрации пыли свыше установленной величины;
- управляет работой ЭПРА, при этом дополнительной функцией его является отсчёт время работы бактерицидных УФ-ламп, при окончании эксплуатационного срока которых, данный блок сформирует звуковой и световой сигналы, которые уведомят пользователя о срочной замене УФ-ламп.

Структурная схема генератора высоковольтного напряжения, управляемого блоком управления, изображена на рисунке 3.

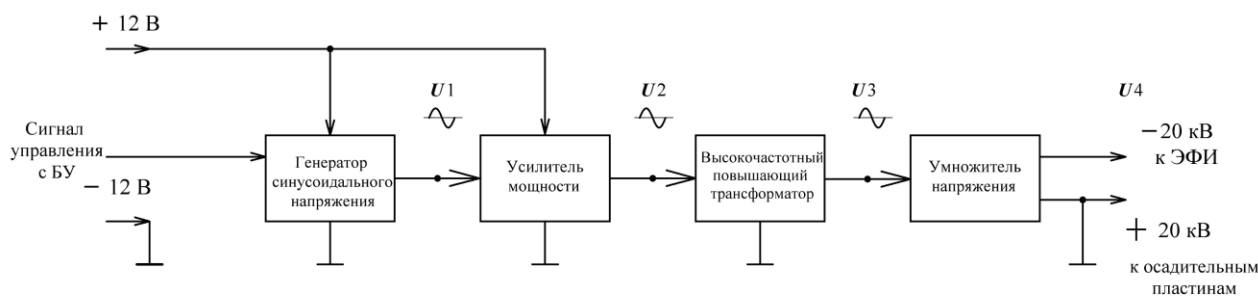


Рис. 3 Структурная схема генератора высоковольтного напряжения.

Питание схемы организовано от источника постоянного напряжения +12 В. В качестве генератора синусоидального напряжения используется схема с задающим генератором прямоугольных импульсов на таймере 1006ВИ1, с выхода которого через резонансный фильтр сигнал напряжения синусоидальной формы с частотой 30 кГц поступает на вход усилителя мощности, выход которого соединён с первичной обмоткой высокочастотного повышающего трансформатора. Синусоидальный сигнал с его вторичной обмотки поступает на умножитель напряжения, на выходе которого формируется квазипостоянное напряжение величиной до 20 кВ. Вывод умножителя, находящегося под положительным потенциалом, соединяется с осадительными пластинами электростатического фильтра, а вывод умножителя, находящегося под отрицательным потенциалом, соединяется с электроэффлювиальным излучателем. В результате этого в зоне работы электроэффлювиального игольчатого излучателя и осадительных пластин образуется квазипостоянное электрическое поле с высокой напряжённостью, что обеспечивает

электростатическую фильтрацию воздуха и его ионизацию [9; 10].

Блок управления также через ЭПРА обеспечивает управлением работы бактерицидных УФ-ламп. Структурная схема ЭПРА изображена на рисунке 4.

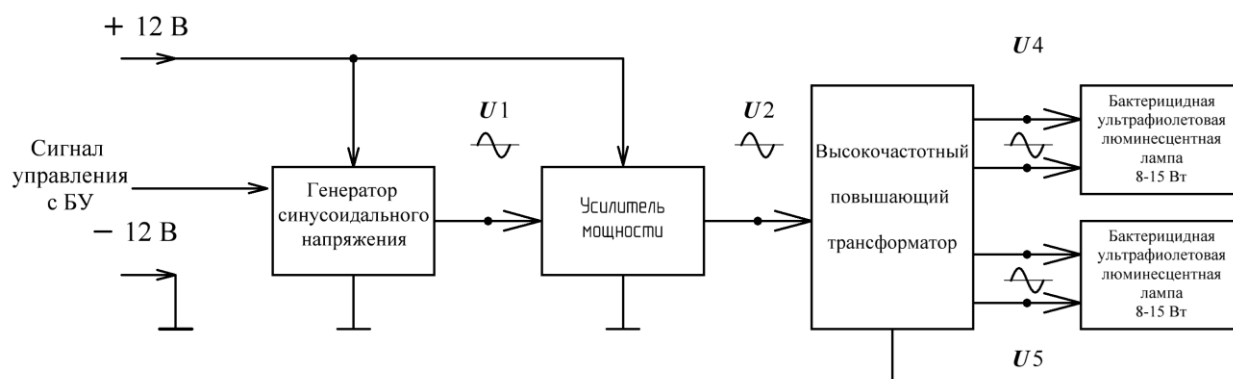


Рис. 4. Структурная схема ЭПРА.

Построение и принцип работы данной схемы аналогичен схеме генератора высоковольтного напряжения. Отличие в том, что для питания двух бактерицидных УФ-ламп мощностью до 15 Вт применяется высокочастотный повышающий трансформатор с двумя обмотками питания и выходными напряжениями величиной порядка 60 В.

В настоящее время осуществляется разработка макетного образца устройства, а далее предполагается создание малогабаритного опытного устройства и его сертификация, на основе которой возможен серийный выпуск очистителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздухоочиститель супер-плюс-турбо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ekologi.ru/katalog/vozduhoochistitel_dlya_doma/vozduhoochistitel_super_plus_turbo.html (дата обращения: 30.07.2022).
2. Воздухоочиститель супер-плюс-био (LCD) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ekologi.ru/katalog/vozduhoochistitel_dlya_doma/vozduhoochistitel_super_plus_bio_lcd.html (дата обращения: 30.07.2022).
3. Влияние озона на человека. Безопасная работа с озоном [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ozonplanet.ru/primenenie/vliyanie-ozona-na-cheloveka> (дата обращения: 30.07.2022).
4. Воздухоочиститель AIC XJ-4000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfefndmkaj/http://www.airincom.ru/manuals/MAN-AIC-XJ-4000.pdf> (дата обращения: 30.07.2022).

5. Для чего нужен фотокаталитический фильтр в очистителях воздуха? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ochistitelvozduha.ru/dlya-chego-nuzhen-fotokataliticheskij-filtr-v-ochistitelyah-vozduha.html> (дата обращения: 30.07.2022).
6. Чижевский А. Л. Аэроионификация в народном хозяйстве. – 2-е изд., сокр. – М.: Стройиздат, 1989. – 488 с.
7. Скипетров В. П., Беспалов Н. Н., Зорькина А. В. Феномен "живого" воздуха. – Саранск: СВМО, 2003. – 92 с.
8. Скипетров, В. П., Беспалов Н. Н., Зорькина А. В. Лечение аэроионами кислорода. – Саранск: СВМО, 2001. – 70 с.
9. Беспалов Н. Н., Яхлов А. В. Разработка и моделирование системы питания электростатического фильтра // XLIX Огарёвские чтения: материалы научной конференции: в 3-х частях. – Саранск, 2021. – С. 105–113.
10. Беспалов Н. Н., Горячкин Ю. В., Ликанина Д. А., Сайгушев В. С., Яхлов А. В. Источник питания электростатического фильтра и бактерицидной ультрафиолетовой люминесцентной лампы от аккумуляторной батареи [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2021. – №14. – Режим доступа: <https://journal.mrsu.ru/arts/istochnik-pitaniya-elektrostaticheskogo-filtra-i-baktericidnoj-ultrafioletovoj-lyuminescentnoj-lampy-ot-akkumulyatornoj-batarei> (дата обращения 30.07.2022).