

Электростатический аэроионизатор с использованием штырьков с двумя остриями

Владимир Мельник, г. Каменское, Днепропетровская обл.

Экспериментально доказана возможность технического решения, ранее не встречавшегося в электростатических аэроионизаторах – применение для излучателей аэроионов штырьков с двумя остриями. Такое решение не только проще технологически, но также улучшает аэроионизацию при небольшом количестве штырьков. В статье приводится описание конструкции такого аэроионизатора.

У меня в наличии есть электростатическая люстра (далее – люстра) с непосредственным питанием от сети 230 В / 50 Гц [1]. Такое подвесное изделие не пригодно для постоянного нахождения в квартире. При необходимости подвешиваю люстру на лоджии к веревкам для развешивания белья, что не совсем удобно. Предложенный в [2] настольный вариант можно установить в любом месте. Поводом для создания подобной люстры послужило видео [3], позволившее вместо разработки прибора использовать, в основном, готовые покупные изделия.

Никогда, обычно, не повторяю чужие схемные решения. Проще создать свою схему под доступную именно мне элементную базу. Видео высоковольтного генератора А. Седого подкупило не только простотой, но и широкой доступностью используемых компонентов, возможностью их замены аналогичными по параметрам. Для изготовления генератора не нужна даже схема. Из видео все ясно. Автор видео фактически ничего нового не создал, а собрал отдельно работающую схему, которая есть на автомобилях, мотоциклах и скутерах с электронным зажиганием, но с использованием разных комплектующих.

Работа устройства

Я приобрел электронный коммутатор 3620.3734 с шестью выводами предназначенный для работы в бесконтактных системах зажигания автомобилей ВАЗ-2108, ВАЗ-2109, «Таврия» и др., изготовитель ООО «ВТН», г. Винница, Украина. Согласно требованиям к системе зажигания, коммутатор обеспечивает защиту датчика Холла от перенапряжения путем стабилизации подаваемого на датчик напряжения. Коммутатор обладает защитой от короткого замыкания в цепи питания датчика.

Я применил не вентилятор блока питания или охлаждения корпуса компьютера, а блок охлаждения вышедшей из строя видеокарты SAPPHIRE X1950 GT с её штатным вентилятором, имеющем три вывода. Он размещен на плоском радиаторе,



где белый провод - выход датчика Холла. Относительно плюса питания на выводе работающего вентилятора будет переменное напряжение равное напряжению питания.

Контакт 6 коммутатора нужно соединить с выводом датчика Холла вентилятора. Контакт 4 – с плюсом источника питания, низковольтным выводом катушки и красным проводом вентилятора. Контакт 2 – с минусом питания и черным проводом вентилятора, а контакт 1 – со вторым низковольтным выводом катушки.

Напряжение питания вентилятора 12 В (ток потребления 0.4 А) согласно этикетки на нем. Ток коммутации коммутатора, согласно техническим данным (7.5 ± 0.2) А, поэтому закрепил коммутатор на радиаторе видеокарты. Цвета проводов разъема для коммутатора совершенно не соответствовали цветам из видео [3], но нумерация контактов совпадает. Количество контактов разъема – семь, при этом контакты 3, 5 и 7 не задействованы.

Для получения высокого напряжения я использовал катушку зажигания 406.3705, предназначенную для автомобилей «Волга», «Газель» с отдельными выводами для низковольтной и высоковольтной обмотки (изготовитель г. Старый Оскол, Россия). На нагрузке 1 МОм, 50 пФ такая катушка по техническим характеристикам выдает напряжение 24 кВ. Катушка изготавливается в неэкранированном виде.

Частота коммутации тока в первичной цепи катушки составляет 1...133 Гц, в работающем генераторе 46 Гц. Катушка внешне похожа на катушку

зажигания ZS 283 компании BERU (Германия) но с евровозъемом, она устанавливается, например, на Fiat Punto. Катушки этой компании имеют выходной ток при искрообразовании 80...115 мА. Этот параметр для примененной мною катушки зажигания 406.3705 не указан. Катушка имеет длительность индуктивной фазы разряда 1.9 мс.

А. Седой в [3] дает неверные данные электрической прочности воздуха в зависимости от расстояния между электродами. В однородном электрическом поле (плоскость-плоскость, рис. 4-2 в [4]) на расстоянии от 1 до 3 см пробивное напряжение воздуха почти одинаковое (немного уменьшается с увеличением расстояния между электродами) и составляет около 30 кВ / см. При малых расстояниях между электродами электрическая прочность значительно увеличивается, что объясняется трудностью формирования разряда. Следует также учитывать, что пробивное напряжение воздуха на постоянном токе и на переменном токе с частотой до 10^4 Гц практически одинаковое.

Источник питания

Для питания генератора применен понижающий импульсный преобразователь DC-DC LM2596 с входным напряжением 3-36 В, с выходным – 1,5-34 В при токе нагрузки до 2 А, изготовитель RjbotDyn. Для питания преобразователя применен источник питания 12 В, 1,6 А с длиной провода 1.5 м, изготовитель Foxlink. В его штекере установлен зеленый светодиод. Я на преобразователе под штекером установил гнездо вместо клеммного винтового зажима.

Вместо вентилятора видеокарты можно применить вентилятор MX-6015 60x60x15 мм, 12 В, 0.18 А (3 pin), реально запускается от 3.5 В. Экспериментально установлено, что генератор на примененных мною компонентах запускается от 3.8 В.

Было выбрано напряжение питания 4 В. Пробой воздуха тоненьким разрядом происходит непрерывно на расстоянии 12.5 мм, прерывисто на расстоянии 13.5 мм между игольчатыми электродами, без ощутимого запаха озона, прекращается при зазоре 14 мм.

При напряжении питания 10 В генератор дает сноп искр, но при включении потребляет значительный ток, при этом кратковременно гаснет индикатор питания до раскрутки вентилятора. При питании генератора от 4 В через 20 мин. микросхема преобразователя имела температуру 37.4°C, дроссель преобразователя – 43.6°C (при температуре в помещении 21.2°C). Радиатор видеокарты оказался излишеством для коммутатора, который имеет собственный массивный плоский радиатор из алюминиевого сплава.

Для однополупериодного выпрямителя высокого напряжения применены два последова-

тельно включенных импульсных диода DD1800 на рабочее напряжение 18 кВ с рабочим током 2 мА, повторяющимся пиковым током 300 мА на частоте более 15 Гц, изготовитель Diotec Semiconductor.

При напряжении питания преобразователя уже 4.25 В в обход корпусов диодов происходил пробой воздуха. Пластмассовый корпус диода имеет длину 14 мм и диаметр 3 мм, это обеспечивает защиту от перенапряжения диода. Аналогично при напряжении питания 10 В, со снятыми игольчатыми острями, диодами и конденсаторами, П-образная искра пробивала между открытыми высоковольтными выводами катушки, а это 36 мм, защищая высоковольтную обмотку от пробоя изоляции.

Что именно дает возможность устройству прекрасно работать от напряжения 4 В, а не от 12 В помогло раскрыть руководство [5]. Там указано, что система зажигания обеспечивает бесперебойное искрообразование при изменении напряжения в бортовой сети автомобиля от 6 В до 16 В, при этом напряжение на свечах зажигания не изменяется и достигает 17 кВ. Допустимые пределы напряжения питания примененного коммутатора составляют 6-18 В. Делаем сами аналогичный вывод. Поскольку аккумуляторов с напряжением 4 В для электронного зажигания не существует, то их работа с источником питания с напряжением менее 6 В не регламентировалась.

Для сглаживания импульсов выпрямленного напряжения последовательно включены семь керамических конденсаторов 3300 пФ \pm 20%, 6.3 кВ, изготовитель Ether Components. Для исключения возможности пробоя между конденсаторами и диодами, конденсаторы впоследствии были залиты эпоксидной смолой. Нельзя для защиты от пробоя применять жидкие гвозди, монтажный клей «Момент» или изоленту.

На **фото** показаны установленные конденсаторы 1000 пФ, 6.3 кВ меньших размеров с аналогичным разбросом емкости. В последствие они были заменены на конденсаторы номиналом 3300 пФ, а диоды установлены (для эксперимента) не по схеме **рис. 1**.

Излучатель аэроионов изготовлен из медной эмалированной проволоки диаметром 1.8 мм.

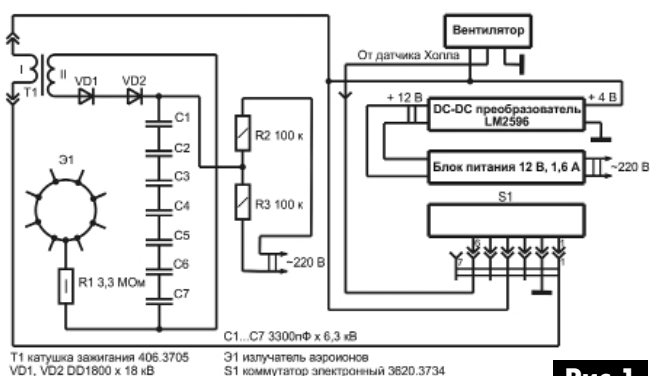


Рис. 1

Сначала нужно изготовить кольцо с наружным диаметром 200 мм. К нему на одинаковом расстоянии друг от друга, в плоскости кольца, припаять 20 штырьков длиной 70 мм. Концы штырьков расплющить молотком. Первоначально острия были получены обрезанием расплющенных концов ножницами.

Медный излучатель в реальной конструкции расположен между двумя дисками диаметром 240 мм из ламинированной фанеры толщиной 5 мм. Зазор между дисками снаружи заделан герметиком. Излучатель, для безопасности, подключен к отрицательному выводу выпрямителя через резистор номиналом 3.3 Мом. Положительный вывод подключен к средней точке делителя напряжения из двух резисторов 100 кОм, подключенных к сети 230 В отдельным проводом с вилкой.

Испытания

В [1] при отключении провода между последовательно включенными первичными и вторичными обмотками трансформаторов люстра переставала работать. В этом случае отпущенный из пальцев тонкий кусочек ваты длиной 15-20 мм притягивается к центру диска с излучателями, расположенном в вертикальной плоскости с расстояния 12 см, двигаясь при этом почти горизонтально. Неожиданным оказалось то, что кусочек ваты не притягивается в таком положении к острию нижнего штырька с расстояния 5-20 мм, что является проверкой работоспособности люстры [1]. Но если последнюю расположить остриями горизонтально, к штырькам тоже нет притяжения, а при касании ваты острия штырька она просто удерживается в обоих случаях. Т.е. создается совершенно другое электростатическое поле. Тонкий кусочек ваты длиной 30-35 мм (при удерживании его пальцами) при движении в любом месте между штырьками по их длине, проходя середину пути, отклоняется к следующему штырьку.

Эксперимент показал, что на переменном напряжении (без диодов и конденсаторов), при пробое воздушного промежутка между остриями «а» (см. **фото**), расположенными под прямым углом друг к другу, разряд проходит к верхушке острия и к тупому острию его боковины. Далее одно острие было изготовлено, как показано на **фото** (изображение «б»), а штырьки располагались друг к другу на одной линии.

Третьим этапом испытаний было применение штырьков с остриями «а» и «в». Разряды проходили к довольно тупым остриям штырька «в». На длину пробивного расстояния между штырьками во всех случаях это никак не повлияло. В итоге все штырьки на готовом аэроионизаторе были выполнены по типу «в» обрезанием штырьков типа «а». После этого тонкий кусочек ваты притягивал-

ся к излучателю, установленному в вертикальной плоскости, двигаясь при этом почти горизонтально, уже с расстояния 20 см.

Тонкий кусочек ваты длиной 30 мм, взятый пальцами за один конец, провисает вертикально. При приближении к центру диска на расстоянии 30 см и ближе он начинает подниматься, а на расстоянии 20 см располагается горизонтально. Приближение такого кусочка ваты с разных сторон позволило сделать вывод о том, что использовать аэроионизатор нужно в вертикальной плоскости диска. Конструкция это позволяет: свесить со стола или на столе, подложив стопку книг.

Исследовано также влияние резистора, обеспечивающего безопасность устройства, на длину разрядного промежутка между двумя остриями. Был взят резистор 1 МОм типа ВЗР (он довольно давно применялся в ламповой аппаратуре) с плоскими выводами. На одном конце было выполнено острие. Если до установки резистора непрерывный пробой воздушного промежутка проходил на расстоянии 12.5 мм между остриями, то с резистором при 9 мм. При этом разряд проходил и между концами резистора (15 мм). Разряд по поверхности диэлектрика, в виде окрашенной поверхности, происходит при напряжении более низком, чем в воздушном промежутке. Большинство диэлектриков абсорбируют влагу на своей поверхности. Поэтому не случайно со штырьков не снималось эмалированное покрытие, кроме места пайки к кольцу.

Конструкция

Корпус выполнен из ламинированного ДСП толщиной 10 мм. Одна боковая стенка закрыта алюминиевой решеткой для входа и выхода воздуха работающего вентилятора. Катушка зажигания конструктивно зажата между плоскостями из ДСП без прокладок, поэтому деревянный корпус передает рабочую частоту устройства, но не так

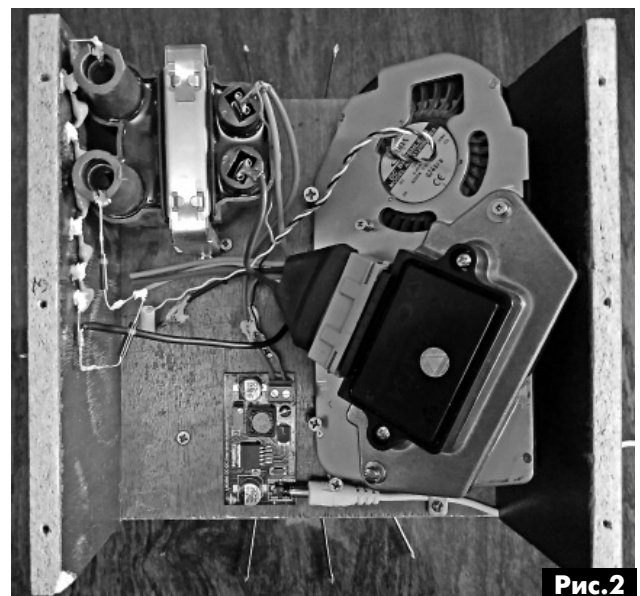


Рис.2

громко, чтобы это раздражало. Вид со стороны монтажа деталей показан на **рис.2**.

Доработка

Аэроионизатор можно ещё доработать. Вместо 20 штырьков можно установить 38 лепестков. Лепестки с двумя остриями. Пробой воздушного промежутка происходит только к наружным углам лепестков. Искра получается яркая, к штырькам бледная.

Поверхность нержавеющей миски, из которой изготовлен излучатель аэроионов, является хорошим накопителем электростатических зарядов. Ширина активной зоны ионизации воздуха, в этом случае, увеличивается (**рис.3**).

Литература:

1. В. Мельник. Электростатическая люстра. // Радиомир. – 2006. – №6. – С.24.
2. В. Коровин. Малогабаритный аэроионизатор. // Радио. – 2000. – №3. – С.29-31.
3. Простой высоковольтный генератор от А. Седого. // youtube.com.
4. Богородицкий Н.П. и др. Электротехнические материалы. Издание шестое, переработанное. Л., «Энергия», 1977, 352 с. с ил.
5. Микропроцессорная бесконтактная система зажигания 1135.3734. Для тяжелых мотоци-

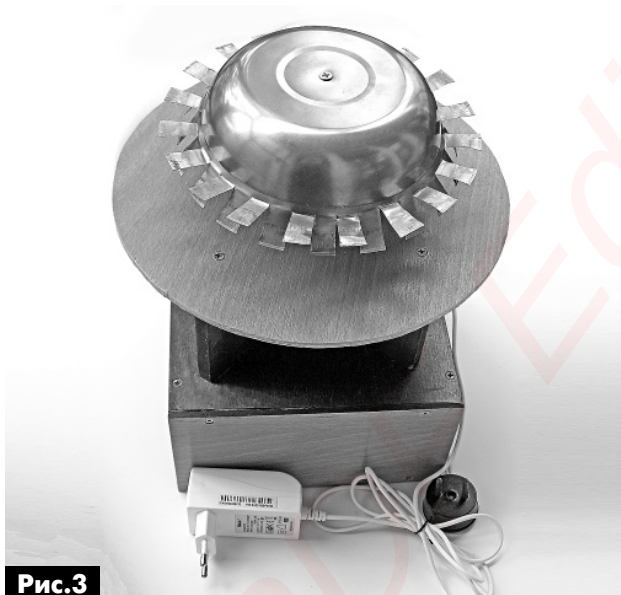


Рис.3

клов типа «Урал», «Днепр», «К-750». Руководство по установке и эксплуатации.

От редакции. Уважаемые читатели. Автор статьи провел большую работу по разработке и испытанию аэроионизаторов. Поэтому просим всех, кто либо повторил данную конструкцию, либо имеет свой опыт создания аэроионизаторов написать об этом. Обязательно опубликуем.

Мініатюрні AC/DC-перетворювачі для монтажу на плату або шасі Серії IRM



Новинка!



- Моделі потужністю 1...90 Вт
- Різноманітні типи корпусів (монтаж на друковану плату або шасі)
- Широкий діапазон вхідних напруг 85...305 В AC
- Власне енергоспоживання на холостому ході < 0,075 Вт
- Діапазон робочих температур -30...+85 °C
- Відповідність міжнародним стандартам безпеки та EMC
- Гарантія 3 роки

Компанія SEA – офіційний дистриб'ютор MEAN WELL на території України



SEA

ІННОВАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

НАМ 30 РОКІВ

Україна, 02094, м. Київ, вул. Краківська, 13-Б
тел.: +38 044 291-00-41, факс: +38 044 291-00-42
info@sea.com.ua, www.sea.com.ua