

ПРИМЕНЕНИЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ИОНИЗИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Х. ТАММЕТ
(Тарту)

Коронный разряд, являющийся принципиально самым простым и мощным средством для искусственного создания легких аэроионов, нашел применение уже в годы возникновения аэроионотерапии. В последнее время коронные (электроэффлювиальные) ионизаторы почти полностью вытеснены новыми приборами, среди которых первое место занимают радиоактивные генераторы аэроионов. Объясняется это целым рядом недостатков, присущих существующим коронным ионизаторам. Важнейшими из этих недостатков являются следующие: большие габариты и сложность устройства, высокая стоимость ионизатора, сильное генерирование биологически активных газов, создание ветра, большая потребляемая мощность, в некоторых конструкциях — жизнеопасность применяемого высокого напряжения.

Несмотря на указанные недостатки, коронные ионизаторы имеют некоторые значительные преимущества перед радиоактивными ионизаторами: полную униполярность, возможность легко получить высокие концентрации ионов, нет необходимости в дефицитном радиоактивном препарате.

Основной целью настоящей работы является выяснение возможностей уменьшения и ликвидации вышеуказанных недостатков коронных ионизаторов.

Первым шагом в этом направлении является усовершенствование конструкции коронирующих электродов. Так как мы стремимся получить разряд при возможно низких напряжениях, то коронирующие электроды должны быть максимально острыми. Неплохие результаты получены при применении в качестве коронирующих электродов кусков тон-

кой (диаметр 0,12 мм) платиновой проволоки. Недостатком таких электродов является то, что они требуют весьма трудоемкого точения.

Наилучшими коронирующими электродами оказываются куски особенно тонкой проволоки, не требующие точения. Отрицательный коронный разряд на конце проволоки диаметром в 25 μ начинается уже при напряжениях менее 2 кв. С увеличением напряжения возрастает также разряд и резко повышается скорость образования озона. Концентрация ионов увеличивается в это время относительно мало, так как с повышением ее быстро растет скорость рассеивания ионов. Следует отметить, что уже самый слабый, едва заметный в темноте, разряд дает в каждую секунду свыше 10^{10} ионов.

Применение слабого разряда при относительно низком напряжении позволяет нам упростить конструкцию выпрямителей и значительно уменьшить генерацию озона, которая становится ничтожно малой. Создаваемые концентрации озона не обладают способностью оказывать заметное вредное действие. Можно полагать, что это действие, если оно вообще заметно, является не вредным, а даже полезным для организма.

Самым громоздким и слабым звеном в известных коронных ионизаторах является высоковольтный выпрямитель.

Возможность применения более низкого напряжения за счет улучшения коронирующих электродов и успехи современной высоковольтной техники позволяют значительно уменьшить габариты выпрямителя и повысить его надежность.

Для получения напряжения в 6 кв был применен удвоитель напряжения на кенотронах 1 Ц 1 С (лучше был бы 1 Ц 11 П). Секундарное напряжение трансформатора достигало 2,2 кв. Весь выпрямитель помещался в ящике, размеры которого 11 \times 12,5 \times 16 см.

Использование кенотронов нежелательно из-за ограниченного срока их службы. Более современными следует считать схемы с полупроводниковыми вентилями.

В двух типах коронных ионизаторов применяется схема, представленная на рис. 1.

Десятикратный умножитель напряжения питается непосредственно от сети 220 в 50 гц. Напряжение на коронирующие электроды (— 2,1 кв) снимается с вывода 1. В качестве вентиляй использованы селеновые столбики АВС-6-420. Конденсаторы имеют емкость 0,1 мкф и рабочее напряжение 600 в. (Целесообразнее было бы применять селеновые столбики АВС-1-420 и конденсаторы емкостью в 0,05 мкф).

Описываемый выпрямитель имеет чрезвычайно малые габариты, линейные размеры его не превышают 10 см.

Используя для питания сеть переменного тока напряжением в 127 в, можно в качестве вентилях применить плоскостные германиевые диоды типа ДГ-Ц 27 или Д7Ж. Число ступеней умножителя в последнем случае должно быть больше. Кроме малых габаритов, бестрансформаторные умножители имеют

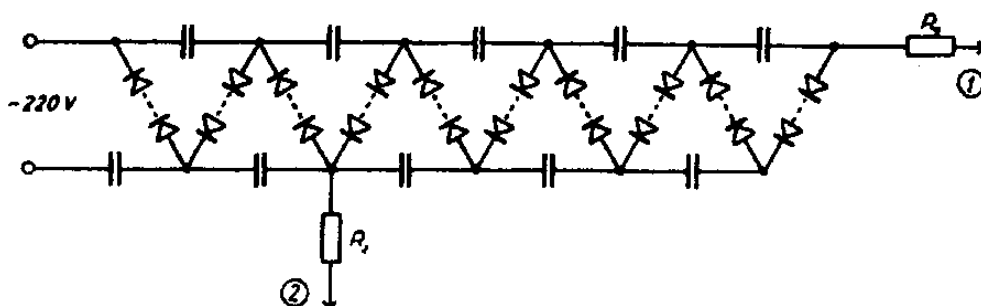


Рис. 1.

еще ряд преимуществ, как-то: высокая надежность, отсутствие деталей с коротким сроком службы, дешевизна и экономичность.

Конструкция выпрямителя может быть упрощена путем использования для питания высокочастотного тока, но это является целесообразным только в случае, когда питание должно производиться от источников постоянного напряжения, ибо конструкция высокочастотного генератора довольно сложна.

При конструировании коронных ионизаторов может представать затруднение вопрос удаления ионов от аппарата. Обычно для этой цели применяется вентилятор, что связано с неизбежным шумом и потреблением мощности порядка нескольких десятков ватт. При использовании ионизатора в профилактических целях присутствие ветра является нежелательным.

Может быть предложен довольно эффективный способ удаления ионов от ионизатора электрическим полем. Для этого корпусу ионизатора дается потенциал, одноименный со знаком ионов. Ионы удаляются от ионизатора благодаря кулоновым силам отталкивания. Плотность ионов в окружающем воздухе может быть при упрощающих предположениях вычислена и теоретически, что во многом облегчает конструирование ионизаторов.

В случае, когда у нас в центре сферического помещения с

радиусом R см находится ионизатор с достаточной ионизационной мощностью, концентрация ионов в удалении r см от ионизатора будет приближенно

$$n \approx \frac{400000}{\sqrt{R}} \frac{\varphi}{\sqrt{r^3}} \frac{\text{элемент-зарядов}}{\text{см}^3}$$

(φ — напряжение корпуса ионизатора в вольтах).

Использование полученных общих результатов дало возможность сконструировать ряд приборов.

Для коллективного пользования предназначен шестикиловольтный коронный ионизатор. Прибор состоит из упомянутого в первом разделе кенотронного выпрямителя, вентилятора типа ВН-Ш и коронирующих электродов, которые прикреплены к кольцу из толстой проволоки. Толщина коронных электродов 60 μ и длина 1,5 см. Вентилятор включен через гасящее сопротивление, что обеспечивает бесшумную работу его. Оптимальным числом коронирующих электродов оказалось три. Зависимость ионизационной способности от числа остриев видна из следующей таблицы:

число остриев	иониз. способность в относительных единицах
1	63
2	85
3	100
4	103
5	105

Концентрация ионов непосредственно у ионизатора достигает 40 млн., в большем удалении она характеризуется следующими показателями:

удаление	конц. ионов
50 см	5 000 000
2 м	360 000
6 м	10 000

Ввиду необходимости применения вентилятора, трансформатора и кенотронов описанный ионизатор не обладает еще достаточной надежностью.

Выпрямитель со схемой, представленной на рис. 1, применяется в портативном настольном (рис. 2) и в висячем ионизаторе (рис. 3). Удаление ионов в этих приборах совершается электрическим полем, для чего на корпус ионизатора подается напряжение в 750 в, которое снимается с вывода (2) вы-

прямителя. Коронирующие электроды защищены в настольной конструкции защитной сеткой, в висячей конструкции — защитными стержнями. Защитные конструкции не допускают случайного прикосновения к коронирующим электродам, что могло бы вывести их из строя; они повышают и безопасность ионизатора.

Образцы приборов были проверены во время непрерывной работы в течение трех месяцев. Испытания показали, что никакого ухода, кроме чистки от пыли, ионизаторы не требуют. Изменений в ионизационной способности не наблюдалось. Ионизационная способность обеих конструкций одинакова. Концентрация ионов в зависимости от расстояния приведена в следующей таблице:

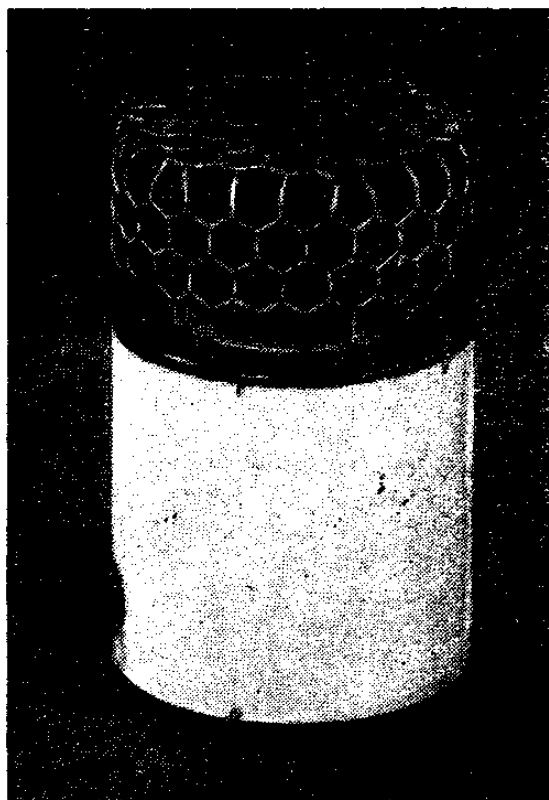


Рис. 2.

удаление	конц. ионов
10 см	2 000 000
20 см	500 000
30 см	200 000
50 см	60 000

В большем удалении концентрация ионов сильно зависит от движения воздуха. Подвижность ионов находится в пределах от 1,3 до 1,6 см²/в. сек.

Генерирование озона ионизаторами невелико и неощутимо по запаху. Такая концентрация может быть при профилактической ионизации даже полезной.

Характерной чертой названных ионизаторов является их экономичность, потребление мощности измеряется десятками долями ватта. Габариты настольного ионизатора 8 × 13 см, висячего — 5,5 × 21 см.

В качестве примера использования высокочастотной схемы рассмотрим карманный ионизатор, который вместе с батареей питания помещается в коробке, имеющей размеры карманного фонаря. Низкое постоянное напряжение галетных элементов:

преобразуется в переменное двухтактным блокинггенератором на германиевых триодах. После трансформирования напряжение выпрямляется пятикратным умножителем напряжения, собранным из плоскостных германиевых диодов ДГ-Ц 27. Им-

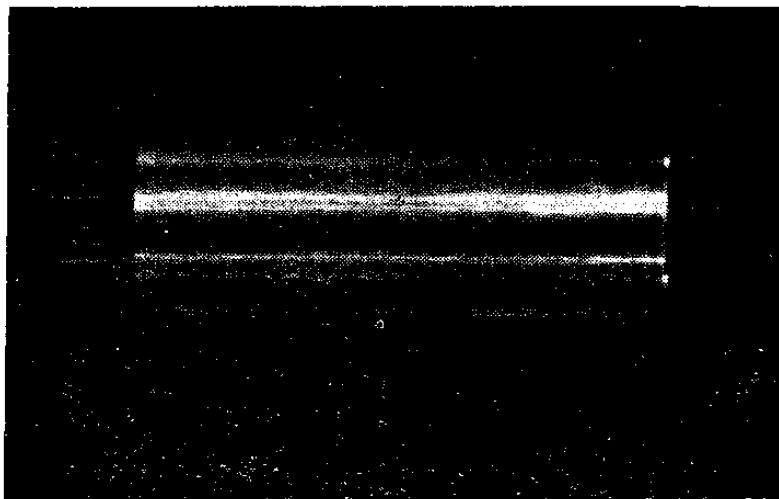


Рис. 3.

пульсы выходного напряжения достигают 1000 в, что достаточно для получения разряда на конце тонкой проволоки, установленной в центре отверстия диаметром в 1 мм.

Для научно-исследовательских работ в области аэроионо-терапии удобнее всего пользоваться специальными приборами, которых обычно требуется несколько. В таком случае можно успешно применять общий отдельный выпрямитель. Специально с этой целью сконструированный выпрямитель помещается в ящик размерами $11 \times 14 \times 16$ см. Выходное напряжение регулируется плавно от нуля до 1650 в. Имеется вмонтированный вольтметр, приключенный непосредственно к выходу. Прибор имеет стабилизацию напряжения, допускает заземление обоих полюсов, не содержит деталей с коротким сроком службы (кенотроны, стабилитроны). Выходное напряжение вполне безопасно из-за высокого внутреннего сопротивления выпрямителя, ток короткого замыкания не превышает 0,8 мА. В комплекте с этим выпрямителем выработаны подключаемые к нему ионизаторы. Ионизатор в чашечке Петри отличается особенно малым производством озона и обладает высокой ионизационной способностью. В каждую секунду на 1 см^2 поверхности падает свыше 10^{12} ионов.

Простой ионизатор для лечения ран имеет подобные качества и конструкцию. Специальный ионизатор предназначен

для ионизации кислорода при внутривентриальном и внутримышечном введении. Прибор дает концентрацию ионов около 10^6 элементарных зарядов в 1 см^3 воздуха.

Нами проделано несколько опытов с ионизатором, смонтированным в инъекционную иглу с внешним диаметром 1,4 мм. Такой ионизатор может создать во внутренних полостях организма высокую концентрацию ионов, на 1 см^2 стенок полости осаждаются в каждую секунду свыше 1 млрд. ионов.

Нетрудно пристроить ионизатор в кислородную маску. Такой прибор создал бы в ингалируемом кислороде концентрацию ионов, превышающую по расчетам 10 млн. ион/ см^3 .

Подводя итоги, можно утверждать, что недостатки известных коронных ионизаторов не имеют принципиального характера и являются устранимыми. Коронные ионизаторы уступают радиоактивным только в отношении потребности в более высоком напряжении, но достижение этого не представляет никаких трудностей. Зато отпадает надобность в радиоактивном препарате. Коронные ионизаторы превышают радиоактивные и по ионизационной способности. Можно предполагать, что коронные ионизаторы особенно перспективными являются для ионизации воздуха в профилактических целях.