



## Ионисторы: Земля внутри песчинки



Как известно из курса физики, электрическая емкость земного шара, составляет примерно 700 мкФ. Другими словами, если сообщить Земле заряд всего 0.0007 Кл, то он создаст потенциал 1 В. Обычный конденсатор такой емкости можно сравнить по весу и объему с кирпичом. Но есть устройства с электроемкостью земного шара, равные по своим размерам песчинке. Появились такие устройства сравнительно недавно - пару десятков лет назад. Их называют по-разному: ионисторы, иониксы или просто суперконденсаторы.

Как известно, обыкновенный конденсатор состоит из двух металлических пластин, разделенных слоем диэлектрика. Чем тоньше этот слой и чем выше его диэлектрическая проницаемость, тем выше емкость конденсатора:

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

где  $C$  – емкость,  $S$  – площадь пластин,  $d$  – расстояние между пластинами и  $\epsilon$  — относительная диэлектрическая проницаемость.

На практике уменьшать толщину диэлектрика до бесконечности невозможно – иначе наступит пробой изолятора, и конденсатор выйдет из строя. Увеличение площади  $S$  означает увеличение габаритов прибора, а это допустимо только до определенных пределов – особенно в наш век всеобщей миниатюризации. Возможности повысить  $\epsilon$  также ограничены. Выходит, что все пути повышения емкости конденсаторов ведут в тупик. Но выход нашелся, причем в довольно неожиданном направлении.

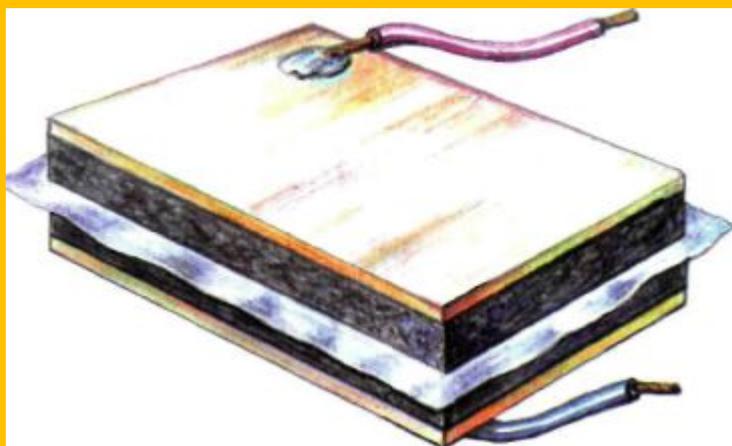
Из электрохимии известно, что при погружении металла в воду на его поверхности образуется так называемый двойной электрический слой, состоящий из разноименных электрических зарядов — ионов и электронов. Между ними действуют силы взаимного притяжения, но заряды не могут сблизиться. Этому мешают силы притяжения молекул воды и ионов металла. По сути своей двойной электрический слой не что иное, как конденсатор. Сосредоточенные на его поверхности заряды выполняют роль обкладок. Расстояние между ними очень мало. А, как было сказано, емкость конденсатора при



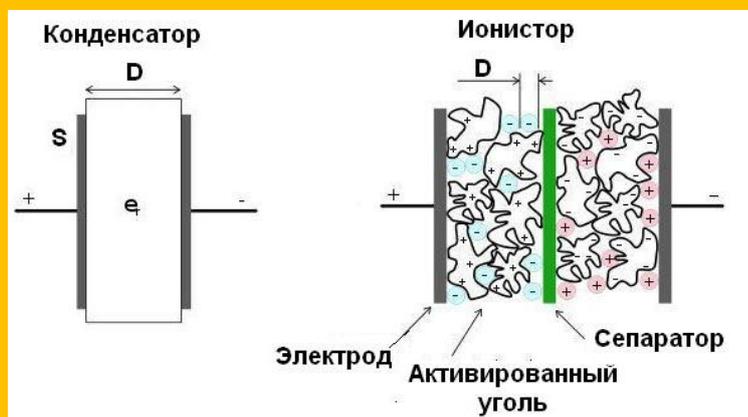
уменьшении расстояния между его обкладками возрастает. Поэтому, например, емкость обычной стальной спицы, погруженной в воду, достигает нескольких мФ.

По сути своей ионистор состоит из двух погруженных в электролит электродов с очень большой площадью, на поверхности которых под действием приложенного напряжения образуется двойной электрический слой. Правда, применяя обычные плоские пластины, можно было бы получить емкость всего лишь в несколько десятков мФ. Для получения же свойственных ионисторам больших емкостей в них применяют электроды из пористых материалов, имеющих большую поверхность пор при малых внешних размерах.

В свое время на эту роль были перепробованы губчатые металлы от титана до платины. Однако несравненно лучше всех оказался... обычный активированный уголь. Это древесный уголь, который после специальной обработки значительно увеличивает свою пористость. Площадь поверхности пор 1 см<sup>3</sup> такого угля достигает тысячи квадратных метров, а емкость двойного электрического слоя на них — десяти фарад!



Ионистор состоит из двух металлических пластин, плотно прижатых к «начинке» из активированного угля. Уголь уложен двумя слоями, между которыми проложен тонкий разделительный слой вещества, не проводящего электроны. Все это пропитано электролитом.



Теперь сравните строение обычного конденсатора и ионистора



При зарядке ионистора в одной его половине на порах угля образуется двойной электрический слой с электронами на поверхности, в другой — с положительными ионами. После зарядки ионы и электроны начинают перетекать навстречу друг другу. При их встрече образуются нейтральные атомы металла, а накопленный заряд уменьшается и со временем вообще может сойти на нет.



[ecvv.com](http://ecvv.com)



[rise.org.au](http://rise.org.au)



[detail.en.china.cn](http://detail.en.china.cn)

### Ионисторы



Батарея ионисторов на крыше автобуса [jcwinnie.biz](http://jcwinnie.biz)



Чтобы этому помешать, между слоями активированного угля и вводится разделительный слой. Он может состоять из различных тонких пластиковых пленок, бумаги и даже ваты.

Электролит ионисторов может быть не только водным, но и органическим. Ионисторы на основе водного электролита обладают небольшим внутренним сопротивлением, но напряжение заряда для них ограничено 1 В. А ионисторы на основе органических электролитов обладают более высоким внутренним сопротивлением, но обеспечивают напряжение заряда 2...3 В.

Как видите, все гениальное просто. Не удивительно, что ионисторы так быстро получили широкое распространение. Сегодня в магазине можно купить ионистор размером с монету и емкостью в одну фараду, что в 1500 раз больше емкости земного шара и близко к емкости самой большой планеты Солнечной системы — Юпитера. Характеристики ионисторов просто поражают воображение. Энергии обычного конденсатора достаточно, чтобы его можно было поднять на высоту примерно метр-полтора. Крохотный ионистор типа 58–9В, имеющий массу 0,5 г, заряженный напряжением 1 В, мог бы «подпрыгнуть» на высоту 293 м!

Но, как и всякое другое устройство, ионистор имеет свои ограничения. Иногда думают, что ионисторы способны заменить любой аккумулятор. Журналисты живописали мир будущего с бесшумными электромобилями на суперконденсаторах. Но пока до этого далеко. Ионистор массой в один килограмм способен накопить 3000 Дж энергии, а самый плохой свинцовый аккумулятор — 86400 Дж — в 28 раз больше. Однако при отдаче большой мощности за короткое время аккумулятор быстро портится, да и разряжается только наполовину. Ионистор же многократно и без всякого вреда для себя отдает любые мощности, лишь бы их могли выдержать соединительные провода. Кроме того, ионистор можно зарядить за считанные секунды, а аккумулятору на это обычно нужны часы.

Это и определяет область применения ионистора. Он хорош в качестве источника питания устройств, кратковременно, но достаточно часто потребляющих большую мощность: электронной аппаратуры, карманных фонарей, автомобильных стартеров, электрических отбойных молотков. Ионисторы успешно могут заменять химические источники тока в качестве резервного (микросхемы памяти) или основного подзаряжаемого (часы, калькуляторы) источника питания.

Ионистор может иметь и военное применение как источник питания



электромагнитных орудий. А в сочетании с небольшой электростанцией ионистор позволяет создавать автомобили с электроприводом колес и расходом топлива 1—2 л на 100 км.

Ионисторы на самую разную емкость и рабочее напряжение есть в продаже, но стоят они дороговато. Так что если есть время и интерес, можно попробовать сделать ионистор самостоятельно.

В любительских ионисторах электролитом служит 25%-ный раствор поваренной соли либо 27%-ный раствор КОН. (При меньших концентрациях не сформируется слой отрицательных ионов на положительном электроде.)

В качестве электродов применяют медные пластины с заранее припаянными к ним проводами. Их рабочие поверхности следует очистить от окислов. При этом желательно воспользоваться крупнозернистой шкуркой, оставляющей царапины. Эти царапины улучшат сцепление угля с медью. Для хорошего сцепления пластины должны быть обезжирены. Обезжиривание пластин производится в два этапа. Вначале их промывают мылом, а затем натирают зубным порошком и смывают его струей воды. После этого прикасаться к ним пальцами не стоит.

Активированный уголь, купленный в аптеке, растирают в ступке и смешивают с электролитом до получения густой пасты, которой намазывают тщательно обезжиренные пластины.

При первом испытании пластины с прокладкой из бумаги кладут одна на другую, после этого попробуем его зарядить. Но здесь есть тонкость. При напряжении более 1 В начинается электролиз, при этом выделение газов  $H_2$ ,  $O_2$ . Они разрушают угольные электроды и не позволяют работать нашему устройству в режиме конденсатора-ионистора.

Поэтому мы должны заряжать его от источника с напряжением не выше 1 В. (Именно такое напряжение на каждую пару пластин рекомендовано для работы промышленных ионисторов.)

### Газовый аккумулятор

При напряжении более 1,2 В ионистор превращается в газовый аккумулятор. Это интересный прибор, тоже состоящий из активированного угля и двух электродов. Но конструктивно он выполнен иначе (см. рис.). Обычно берут два угольных стержня от



старого гальванического элемента и обвязывают вокруг них марлевые мешочки с активированным углем. В качестве электролита употребляется раствор КОН. (Раствор поваренной соли применять не следует, поскольку при ее разложении выделяется хлор.)

Энергоемкость газового аккумулятора достигает 36000 Дж/кг, или 10 Вт-ч/кг. Это в 10 раз больше, чем у ионистора, но в 2,5 раза меньше, чем у обычного свинцового аккумулятора. Однако газовый аккумулятор — это не просто аккумулятор, а очень своеобразный топливный элемент. При его зарядке на электродах выделяются газы — кислород и водород. Они «оседают» на поверхности активированного угля. При появлении же тока нагрузки происходит их соединение с образованием воды и электрического тока. Процесс этот, правда, без катализатора идет очень медленно. А катализатором, как выяснилось, может быть только платина... Поэтому, в отличие от ионистора, газовый аккумулятор большие токи давать не может.

Тем не менее, московский изобретатель А.Г. Пресняков успешно применил для запуска мотора грузовика газовый аккумулятор. Его солидный вес — почти втрое больше обычного — в этом случае оказался терпим. Зато низкая стоимость и отсутствие таких вредных материалов, как кислота и свинец, казалось крайне привлекательным.

Газовый аккумулятор простейшей конструкции оказался склонен к полному саморазряду за 4—6 часов. Это и положило конец опытам. Кому же нужен автомобиль, который после ночной стоянки нельзя завести? Однако дальнейшие опыты Преснякова (о них мы расскажем отдельно) показали, что этот недостаток можно устранить.

И все же «большая техника» про газовые аккумуляторы не забыла. Мощные, легкие и надежные, они стоят на некоторых спутниках. Процесс в них идет под давлением около 100 атм, а в качестве поглотителя газов применяется губчатый никель, который при таких условиях работает как катализатор. Все устройство размещено в сверхлегком баллоне из углепластика. Получились аккумуляторы с энергоемкостью почти в 4 раза выше, чем у аккумуляторов свинцовых. Электромобиль мог бы на них пройти около 600 км. Но, к сожалению, пока они дороги.

Составлено на основе материалов [technically.ru](http://technically.ru) (автор: Шпунтик) и [powerinfo.ru](http://powerinfo.ru)