

ПОЧЕМУ ВЗРЫВАЮТСЯ МОБИЛЬНЫЕ ТЕЛЕФОНЫ?**Курицын О.А., Голоушин И.М.***п. Колобово Ивановской обл., МОУ «Колобовская средняя школа», 9 класс**Руководитель: Пронин А.А., учитель физики, к.п.н., доцент, МОУ «Колобовская средняя школа», п. Колобово Ивановской обл.*

В последнее время в информационных выпусках новостей и в сети интернет нередко появляется информация с пугающими заголовками: «iPhone взорвался прямо в руках», «Самовозгорание телефона привело к серьезному пожару в квартире», «Смартфон взорвался и перебил сонную артерию», «Взорвался плеер прямо во время урока» и т.д. и т.п. Все это, как правило, сопровождается страшными кадрами с самопроизвольно воспламеняющимися или взрывающимися мобильными телефонами или с какими либо другими подобными устройствами. [1; 3]

Естественно возникает вопрос, что это: выдуманные страшилки журналистов или в действительности каждый из нас может столкнуться с такой ситуацией?

Число пользователей мобильных устройств с каждым годом неукоснительно возрастает, поэтому необходимо иметь объективные (научно обоснованные) представления о всех возможных причинах таких катастрофических последствий для конкретного владельца мобильного устройства, если они действительно могут иметь место. Все это говорит об актуальности темы нашей работы.

Само по себе любое электронное устройство достаточно безобидно. Ни взорваться, ни воспламениться оно не может, так как оно представляет собой набор традиционных радиоэлементов (резисторов, транзисторов, диодов, конденсаторов, микросхем и т.д.), соединенных между собой согласно схемы данного устройства. Причиной взрыва или возгорания мобильных устройств, очевидно, может быть только непосредственно сам источник электрического тока или неисправность электронного узла (блока) получающего энергию от него.

Целью нашего исследования является установление всех возможных объективных (технических) условий, которые могут привести к самовоспламенению или взрыву мобильного телефона или любого другого подобного электронного устройства и проверка гипотезы о возможности «электрического взрыва» и возгорания мобильного телефона за счет неисправности в самой его электрической схеме.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Установить какие источники электрического тока наиболее часто используются в мобильных устройствах.

2. Проанализировать по имеющейся доступной информации, наиболее часто встречающиеся причины взрывов и самовозгораний мобильных устройств.

3. Выявить физико-технические условия возможности взрывов и самовозгораний мобильных устройств.

4. Оценить объективную возможность «электрического взрыва» мобильного устройства и проверить ее в реальном эксперименте.

Анализ научных и аналитических обзоров и статей, посвященных данной проблематике, показал, что сводить причину взрыва и/или самовозгорания мобильного устройства только к производственному браку при изготовлении источников электрического тока недобросовестными производителями (на что обычно указывают журналисты) нельзя. Эту проблему необходимо рассматривать шире, учитывая все потенциально возможные ситуации. Своевременное вскрытие всех возможных причин взрыва или воспламенения мобильных устройств позволит в дальнейшем устранить те страшные последствия для конкретного потребителя, к которым они могут привести.

Причины взрыва мобильных устройств

Источником питания практически всех современных мобильных устройств сейчас являются литий – ионные батареи (аккумуляторы). Впервые данный вид источников электрического тока разработала корпорация Sony в 1991 году. В настоящее время подобные устройства производят многие ведущие фирмы во всем мире. Современные литий-ионные аккумуляторы (Li-ion) находят применение в качестве источников электрического тока в таких устройствах как сотовые (мобильные) телефоны, ноутбуки, цифровые фотоаппараты, видеокамеры и т.д., а также в целом ряде устройств промышленной электроники, включая космонавтику и военную технику.

Данный тип источников электрического тока обладает целым рядом достоинств

(см., например, [2]) и достаточно большой универсальностью.

Вместе с тем выявлен целый ряд случаев самовозгорания или взрыва мобильных устройств, где источником питания как раз и являлись такие аккумуляторы.

С технической точки зрения (на основе законов физики) можно выделить две группы возможных ситуаций, которые могут привести к таким последствиям.

1. «Химический» взрыв.

– Причиной взрыва современных источников тока может быть избыточное давление, возникающее вследствие химических реакций, протекающих в самом источнике тока при нарушении его технологии производства (браке).

– Взрыв может произойти за счет избыточного внешнего нагрева аккумулятора или при нарушении его герметичности. Повреждение («пробоина») в корпусе аккумулятора, может привести к разлому между ячейками аккумуляторной батареи, что вызывает внутренние короткое замыкание, приводящее к его возможному взрыву.

Механизм того как развивается ситуация в этих случаях выяснили канадские ученые из компании CLS. Они установили, что основной причиной развития «химического» взрыва является замыкание внутри источника тока, при котором литий анода реагирует с электролитом, аккумулятор начинает самопроизвольно разогреваться, в процесс вовлекается катод и после того как температура внутри аккумулятора достигнет порядка 200 °С, происходит быстрое выделение кислорода, углекислоты и других газов. Давление газов внутри аккумулятора увеличивается, он «раздувается», кислород воспламеняется и происходит взрыв [3].

2. Короткое замыкание в цепи питания мобильного устройства.

Известно, что причиной возгорания (пожара) в помещениях часто бывает короткое замыкание от электрической проводки. Естественно встает вопрос: может ли воспламениться мобильный телефон при возникновении короткого замыкания в цепи питания самого телефона? Проведенный нами опыт показал, что действительно если замкнуть клеммы типового аккумулятора мобильного телефона проводником достаточно большого сечения, то и проводник и сам аккумулятор будут нагреваться. Однако его температура в этом случае не достигает необходимых значений для воспламенения изоляции или элементов схемы мобильного телефона, так как аккумулятор при коротком замыкании в этом случае достаточно быстро разряжается. Естественно такую причину в дальнейшем полностью

исключать нельзя, так как для мобильных устройств разрабатываются все более мощные источники тока (дающие большой ток).

К настоящему времени во всем мире зафиксирован целый ряд взрывов и возгораний мобильных устройств, причиной которых обычно и считаются выше рассмотренные ситуации.

Однако, как нам кажется, при анализе ситуации «почему взрываются мобильные телефоны?» не учитывается еще одна возможная причина, которую мы условно назвали «электрический взрыв».

3. Можно предположить, что причиной взрыва и возгорания электронного устройства может быть и мощный электрический разряд – «электрический взрыв», возникающий при неисправности в работе самого устройства.

Естественно встает вопрос: достаточен ли для этого запас энергии современного типового аккумулятора мобильного телефона с выходным напряжением всего 3,7 В и может ли эта энергия выделиться практически мгновенно, чтобы произошел взрыв?

Чтобы получить ответ на этот вопрос, не зная схемы мобильного телефона, необходимо попытаться смоделировать подобную ситуацию в реальном эксперименте.

Поэтому для проверки гипотезы о возгорании «электрического взрыва» и возгорания мобильного телефона за счет неисправности его электрической схемы, необходимо сконструировать соответствующие электронное устройство, которое подтвердило бы или опровергло данное предположение.

Высоковольтный генератор постоянного тока на основе схемы блокинг-генератора

Источник электрического тока за короткий промежуток времени может отдать большую энергию, то есть дать мощный электрический разряд в ряде электронных схем (устройств). Наиболее простым из таких устройств является, так называемый блокинг-генератор. [4]

Блокинг-генератор представляет собой однокаскадный релаксационный генератор кратковременных импульсов с сильной индуктивной положительной обратной связью, создаваемой импульсным трансформатором. Вырабатываемые блокинг-генератором импульсы имеют большую крутизну фронта и среза и по форме близки к прямоугольным. Длительность импульсов может быть в пределах от нескольких десятков нс до нескольких сотен мкс. Обычно блокинг-генератор работает в режиме большой скважности, т.е. длительность импуль-

сов много меньше периода их повторения. Скважность может быть от нескольких сотен до десятков тысяч, что дает частоту изменения тока до 20 кГц.

В радиоэлектронных устройствах такие генераторы питаются от достаточно высокого напряжения. В соответствии же с основной целью нашего исследования необходимо сконструировать высоковольтный генератор постоянного тока на основе схемы блокинг-генератора, дающего электрический разряд (достаточной мощности) при использовании в качестве источника питания типового низковольтного аккумулятора от мобильного телефона.

За основу нашей конструкции мы взяли одну из самых распространенных в сети Internet схему простейшего электрошокера на одном биполярном транзисторе (рис. 1).

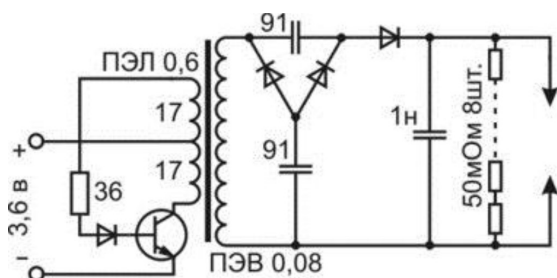


Рис. 1. Схема блокинг-генератора на одном транзисторе с выпрямителем

Транзистор, на котором собран блокинг-генератор, открывается только на время генерирования импульса, а остальное время закрыт. Поэтому при большой скважности время, в течение которого транзистор от-

крыт, много меньше времени, в течение которого он закрыт. Благодаря большой скважности в блокинг-генераторе на выходе можно получить достаточно большую мощность.

Для сборки генератора был использован транзистор КТ 819 с радиатором, трансформатор строчной развертки от старого черно-белого телевизора на котором была оставлена только высоковольтная обмотка (вторичная в схеме), а в качестве первичной было намотано 8 витков провода диаметром 1,2 мм с отводом от середины и три высоковольтных диода. (Остальные радиодетали показаны на схеме). На двух диодах в схеме собран выпрямитель с удвоением напряжения. [5] По утверждению автора мощность разряда такова, что искра должна достигать до 2 см. Однако при питании устройства от аккумулятора (напряжением 3,7 В), искра была не более 0,6 см, что не отвечало поставленным нами целям.

Поэтому в дальнейшем были проведены опыты с увеличением каскадов выпрямителя. Опытным путем было установлено, что достаточно мощный разряд получается при 4-х каскадном выпрямителе. [6] При использовании большего числа каскадов удвоения напряжения, происходит электрический пробой в самой схеме выходных каскадов, что естественно требует дополнительной изоляции. Также опыты показали, что транзистор работает на пределе и при длительной работе или в опытах с более высоким напряжением источника питания он перегорает. Поэтому в конечном варианте нашего устройства, которое представляет собой высоковольтный генератор постоянного тока (рис. 2) был использован современный полевой транзистор большой мощности IRL 3705.

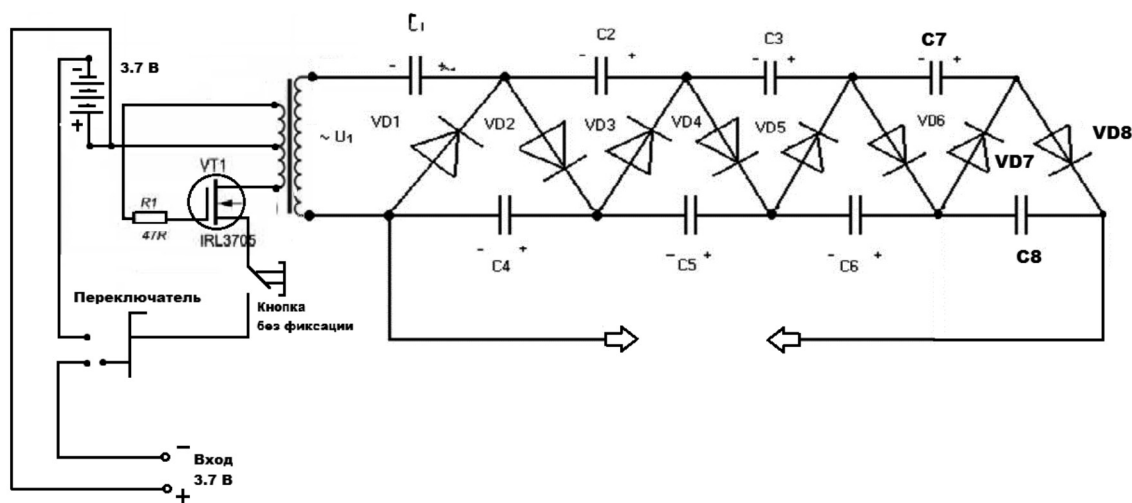


Рис. 2. Принципиальная схема высоковольтного генератора постоянного тока

Чтобы устройство можно было использовать не только для демонстрации разряда от внешнего источника, но и как законченную конструкцию, в схему дополнительно был добавлен внутренний источник питания (аккумулятор BRC18650 3000 mAh 3,7V Li-ion) и цепи коммутации для переключения на работу от внутреннего или внешнего источника электрического тока. Дополнительно была установлена кнопка без фиксации, при нажатии на которую и происходит разряд. В разработанной нами схеме устройства при напряжении питания 3,7 В максимальная искра при разряде достигала более 2,5 см. (Опыты показали, что при напряжении внешнего источника питания 6-9 В искра достигает 3-4 см. Разряд такой мощности опасен для жизни!!!!). В ряде же современных мобильных устройствах уже сейчас используются источники питания с напряжением 12 В !!!!

Конструкция высоковольтного генератора постоянного тока

Генератор собран в корпусе из изоляционного материала (дерево). На верхней панели генератора установлены два разрядника, расстояние между которыми можно легко изменять в достаточно больших пределах и органы управления. Сбоку на корпусе установлены две клеммы черного «-» и красного «+» цветов для подключения внешнего источника питания. Внешний вид генератора показан на рис. 3.

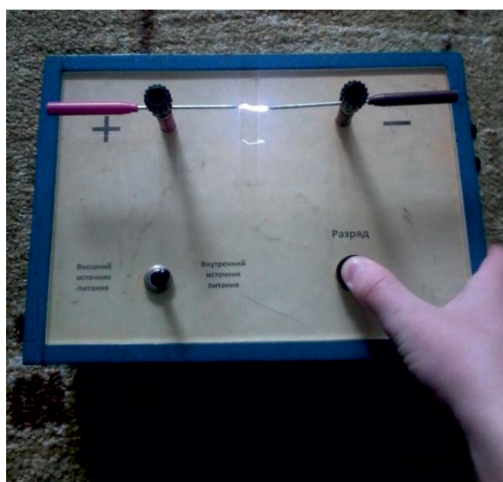


Рис. 3. Внешний вид высоковольтного генератора постоянного тока с разрядником и органами управления. (Показана работа генератора в момент разряда (искра) от внутреннего источника питания)

Электрическая схема генератора собрана на основании корпуса, где установлены

трансформатор, транзистор с радиатором и резистор. На отдельной плате собран выпрямитель. В схеме выпрямителя использованы высоковольтные диоды КЦ 106 Г – 8 шт. и конденсаторы емкостью 2n2 на 5кВ (8 шт.). Соединение выпрямителя с разрядниками выполнено высоковольтным проводом. Конструкция генератора показана на рис. 4.

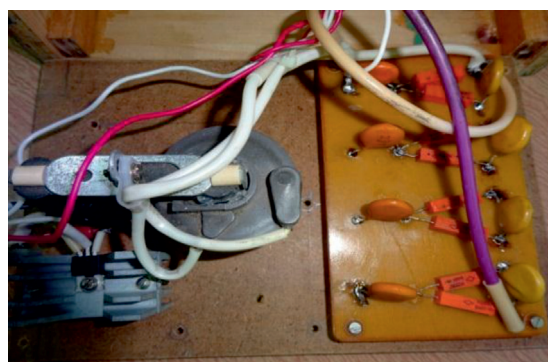


Рис. 4. Устройство высоковольтного генератора постоянного тока

Работа с генератором показала, что он выдает стабильную мощную искру при использовании типового литий – ионного аккумулятора с выходным током примерно от 1500 мА. В этом случае наблюдается мощный электрический разряд (искра) при котором, например, легко воспламеняется бумага.

В наиболее распространенных мобильных телефонах в настоящее время как раз и используются аккумуляторы с выходным током от 1500 мА и выше. Следовательно, исключать ситуацию, приводящую к взрыву и воспламенению мобильного телефона при искровом разряде нельзя. Использование же все более мощных источников тока в мобильных устройствах, при определенных неисправностях самих электронных устройств, вполне может привести к такой катастрофической ситуации даже при качественном и стабильно работающем источнике тока.

Заключение

Поиск ответа на вопрос «почему взрываются мобильные телефоны?» показал, что действительно такая ситуация вполне реальна, однако причинами ее могут быть не только «химический» взрыв или короткое замыкание в цепи питания телефона, но и мощный электрический разряд («электрический взрыв»). Сконструированное нами устройство убедительно подтверждает данную гипотезу.

Опыты с разработанным электронным устройством показали, что действительно при возникновении ряда неисправностей в схеме мобильного телефона (например, эффекта блокинг-трансформатора), типовой аккумулятор может создать электрический разряд такой большой мощности, что это может привести к взрыву и воспламенению мобильного телефона.

Проведенные опыты с различными типами источников тока для мобильных устройств показали, что «электрический взрыв» может случиться с аккумулятором мобильного телефона с током от 1500 мА. Это значение тока можно условно принять за критерий оценки того может ли с мобильным телефоном случиться такая ситуация. Конечно, вероятность взрыва и самовоспламенения мобильного телефона от электрического разряда достаточно мала (впрочем, как и от других выше рассмотренных причин), но полностью ее исключить нельзя. Поэтому разработчики мобильных устройств должны учитывать и эту ситуацию и исключить возможность возникновения эффекта подобного эффекту «блокинг-генератора» при какой либо неисправности мобильного телефона.

В результате нашей работы также был создан конкретный электронный прибор –

«высоковольтный генератор постоянного тока с низковольтным источником питания». Это устройство обладает большой стабильностью в работе и за счет наличия внутреннего источника питания его можно использовать как самостоятельное устройство, обладающие большими функциональными возможностями.

Это устройство можно, например, использовать не только для демонстрации возможности взрыва мобильного телефона от конкретного типа аккумулятора, но и в опытах на уроках физики в школе, для демонстрации, например, высоковольтного искрового разряда, принципа работы электрошокера, системы поджога газа в газовых котлах и др.

Список литературы

1. <http://blog.profmobile.com/ru/> Почему взрываются мобильные телефоны?
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Литий-ионный аккумулятор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Литий-ионный_аккумулятор)
3. <http://homad.ru> Почему взрываются мобильные телефоны?
4. <http://koolname.ru/shema-bloking-generatora-na-odnom-tranzistore.php> (Схема блокинг-генератора).
5. <http://go-radio.ru/vipramiteli.html> (Типы выпрямителей переменного тока).
6. http://zpostbox.ru/vypryamiteli_s_umnozheniyem_napryazheniya_1.html (Выпрямители с удвоением напряжения).