

Научно-исследовательская работа

Физика

Название работы: «Нестандартные источники энергии»

Выполнил: Лихман Михаил
Александрович, учащийся 11-б класса
МБОУ гимназии №1
им. Пенькова М.И., г. Миллерово
Ростовская область

Руководитель: Илющихина Марина
Ивановна учитель физики,
информатики МБОУ гимназии №1
им. Пенькова М.И., г. Миллерово
Ростовская область

Оглавление

	Стр.
Введение.....	3
1. Теоретическая часть. Загадка шаровой молнии	
1.1. Наблюдение шаровой молнии.....	6
1.2. Как выглядит шаровая молния? Ее поведение.....	7
1.3. Опасна ли шаровая молния?.....	
1.4. Гипотеза возникновения шаровой молнии. Частота появления.....	8
1.5. Физическая природа шаровой молнии.....	
2. Проблема создания шаровой молнии, использование ее энергии	14
2.1. Гастон Планте.....	14
2.2. Никола Тесла – повелитель молний.....	16
2.3. Современные исследования.....	17
2.4. Финансовые показатели.....	
	22
3. Практическая часть.....	
	24
Заключение.....	
	25
Список использованных источников.....	

Введение

М. Горький рассказывает в своих воспоминаниях: «Я видел, как А. Чехов, сидя в саду у себя, ловил шляпой солнечный луч и пытался – совершенно безуспешно – надеть его на голову вместе со шляпой». Чехова не требовалось убеждать, что солнечный луч поймать нельзя, добавляет С.И. Вавилов. Эта мысль представляется абсолютно очевидной, поскольку мы не видим вокруг себя примеров хранения световой энергии.

Свет представляет собой электромагнитное излучение. Постоянные магниты дают нам пример сколь угодно долгого хранения магнитного поля. Конденсаторы представляют собой великолепные емкости для электрического поля. А вот хранение электромагнитного поля, когда магнитное и электрическое поля существуют лишь при непрерывном взаимном превращении друг в друга, мы считаем невозможным. И, тем не менее, в природе существуют ловушки для электромагнитного излучения. Так, например, волновод земля – ионосфера может при определенных условиях «захватить» радиоволны так, что радиолуч будет распространяться по кругу, не приближаясь к земле и не удаляясь от нее. Известно явление накопления света в оптическом волокне, свернутом в петлю. Осмысливание результатов многолетних лабораторных экспериментов по созданию и исследованию лабораторных аналогов природной шаровой молнии приводит к мысли о том, что световая энергия может накапливаться и в природной шаровой молнии.

Разгадка природы шаровой молнии давно занимает умы не только физиков-профессионалов, но и широкого круга людей, интересующихся естествознанием. Предложено большое количество всевозможных попыток создать ее искусственно.

Новый результат в науке, в том числе и новая модель явления, должны обладать предсказательностью, обеспечивать воспроизводимость этого явления в различных лабораториях и намечать пути к использованию полученных

результатов на практике. Этим условиям не удовлетворяют в полной мере существующие модели шаровой молнии. Более того, на сегодняшний день мы даже не можем дать надежного описания тому, что называется шаровой молнией. Б.М. Смирнов в книге: «Проблема шаровой молнии» дает такое ее определение: «Светящееся образование в воздухе, наблюдаемое в течение нескольких секунд и более. Это образование чаще всего имеет сферическую форму, не прикреплено к стенкам и не меняет своих размеров за время своего существования». Ясно, что такое определение дает лишь зрительный образ, не привязанный ни к каким физическим величинам и не вскрывает ее природу.

Российская наука переживает в настоящее время очень трудный период. Можно, например, считать, что сейчас трата времени и сил на разгадку природы шаровой молнии – не нужная забава. Однако познание окружающего мира – непреодолимая потребность человечества. Г.И. Бабат проводил эксперименты по созданию искусственной шаровой молнии под вой сирен воздушных тревог в 1942 г. В осажденном Ленинграде. Н.И. Кибальчич в камере смертников за несколько дней до казни разработал оригинальный проект реактивного летательного аппарата, предназначенного для полета человека. Их труды не пропали зря. Несомненно, наступит время, когда искусственная шаровая молния будет работать на пользу человеку.

Объект исследования – процесс возникновения шаровой молнии как физического явления.

Предмет исследования – способ передачи энергии на расстояние путем использования шаровой молнии.

Цель исследования – обосновать перспективу использования шаровой молнии в качестве источника электрической энергии.

Задачи исследования: изучить литературу по данной проблеме. В понятие «шаровая молния» отметить ее свойства и поведение в различных ситуациях. Рассмотреть возможность создания шаровой молнии в искусственных условиях. Оценить реальность использования искусственной шаровой молнии на практике.

1. Теоретическая часть. Загадка шаровой молнии

1.1 Наблюдения шаровой молнии

Грозное и таинственное явление природы – шаровая молния появляется нечасто. Еще реже удастся исследовать результаты ее воздействия по свежим следам.

Один из случаев возникновения шаровой молнии был описан М.В. Ломоносовым, который подробно исследовал на месте последствия происшедшего. Упомянутый случай произошел 26-го июля 1752 г в Петербурге в результате неудачного эксперимента, проведенного в Физической лаборатории Петербургской Академии наук. Его проводил профессор Г. В. Рихман. Целью данного эксперимента являлось исследование влияния грозы на устройство для измерения атмосферного электрического поля, изобретенное самим профессором. Погода благоприятствовала проведению эксперимента: с утра было душно, а к середине дня сгустились тучи, началась гроза. Вместе с Рихманом в лаборатории находился его друг-гравер Академии наук.

Для того чтобы уловить молнию, измерительное устройство Рихмана было соединено с металлическим стержнем, выходящим на крышу. Когда в стержень попала молния, вблизи устройства вдруг появился светящийся голубой шар размером с кулак. Стоящий в полушаге от устройства Рихман был убит ударом прямо лоб. Раздался громкий треск, похожий на выстрел. На гравере загорелась одежда от раскалившейся проволоки от устройства. Все вышеперечисленное не оставляет никаких сомнений в том, что Рихман был убит шаровой молнией

Описанному выше происшествию были свидетели, оказавшиеся на улице вблизи лаборатории, которые видели, как в металлический стержень на крыше попала молния. Имеется также гравюра, сделанная гравером, очевидцем трагической смерти Рихмана.

Другой случай был описан французским физиком Д'Араго, который в первой половине 19-го века собрал сведения о 30-ти случаях наблюдения шаровой молнии. Вот один из них:

«После сильного удара грома в открытую дверь влетела бело-голубая шарообразная масса диаметром 40 см и начала быстро двигаться по комнате. Она подкатилась под табурет, на котором я сидел. И хотя она оказалась у моих ног, тепла я не ощутил. Затем шаровая молния притянулась к батарее и исчезла с резким шипением. Она оплавилла участок батареи диаметром 6 мм, оставив лунку глубиной 2мм».

1.2 Как выглядит шаровая молния? Ее поведение

Удивительны формы этих молний. 90% – это шары, в том числе и полые пузыри, 6% – эллипсоиды и только 2,3% – грушевидные. Наблюдались единичные экземпляры в виде тора, диска и цилиндра. И 1,6% имели неправильные формы.⁴

С учетом всех замечаний будем считать, что шаровая молния – это шар или почти шар. Он светится – иногда тускло, а иногда достаточно ярко. Яркость света шаровой молнии сравнивают с яркостью света 100-ваттной лампочки. Чаще всего (примерно в 60% случаев) шаровая молния имеет желтый, оранжевый или красноватый цвет. В 20% случаев – это белый шар, в 20% – синий, голубой. Иногда цвет молнии изменяется во время наблюдения. Перед угасанием молнии внутри нее могут возникать темные области в виде пятен, каналов, нитей.

Как правило, шаровая молния имеет достаточно четкую поверхность, ограничивающую вещество молнии от окружающей ее воздушной среды. Это типичная граница раздела двух разных фаз. Наличие такой границы говорит о том, что вещество молнии находится в особом фазовом состоянии. В отдельных случаях на поверхности молнии начинают плясать язычки пламени, их нее выбрасываются снопы искр.

Диаметр шаровых молний находится в диапазоне от долей сантиметра до нескольких метров. Чаще всего встречаются молнии диаметром 15...30 сантиметров.

Обычно шаровая молния движется бесшумно, но может издавать шипение или жужжание, особенно когда она искрит.

Шаровая молния может двигаться по весьма причудливой траектории. Вместе с тем в ее движении обнаруживаются определенные закономерности. Во-первых, возникнув где-то вверху, в тучах, она опускается поближе к поверхности земли. Во-вторых, оказавшись у поверхности земли, она движется далее почти горизонтально, обычно повторяя рельеф местности. В-третьих, молния, как правило, обходит, огибает проводящие ток объекты и, в частности, людей. В-четвертых, молния обнаруживает явное «желание» проникать внутрь помещений.

Когда молния плавает над поверхностью земли (обычно на высоте метра или несколько больше), она напоминает тело, находящееся в состоянии невесомости. По-видимому, вещество молнии имеет почти такую же плотность, что и воздух. Точнее, молния немного тяжелее воздуха – недаром она, в конечном счете, всегда стремится опуститься вниз. Ее плотность составляет $(1...2) \cdot 10^{-3}$ г/см³. Разницу между силой тяжести и выталкивающей (архимедовой) силой компенсируют конвекционные воздушные потоки, а также сила, с которой действует на молнию атмосферное электрическое поле. Последнее обстоятельство является весьма важным. Как правило, человек не имеет органов, реагирующих на напряженность электрического поля. Иное дело шаровая молния. Вот она обходит железный вагончик по периметру, огибает наблюдателя или грудку металла, копирует в своем движении рельеф местности – во всех этих случаях она перемещается вдоль эквипотенциальной поверхности. Во время грозы земля и объекты на ней заряжаются положительно, значит, шаровая молния, обходящая объекты и копирующая рельеф, также заряжена положительно. Если, однако, встречается предмет, заряженный отрицательно, молния притянется к нему и, скорее всего,

взорвется. С течением времени заряд в молнии может изменяться, и тогда меняется характер ее движения. Одним словом, шаровая молния очень четко реагирует на электрическое поле вблизи поверхности земли, на заряд, имеющийся на объектах, которые оказываются на ее пути. Так, молния стремится переместиться в те области пространства, где напряженность поля меньше; этим можно объяснить частое появление шаровых молний внутри помещений.

Вызывает удивление способность шаровой молнии проникать в помещение сквозь щели и отверстия, размеры которых много меньше размеров самой молнии. Так, молния диаметром 40 сантиметров может пройти сквозь отверстие диаметром всего в несколько миллиметров. Проходя сквозь малое отверстие, молния очень сильно деформируется, ее вещество как бы переливается через отверстие. Еще более удивительна способность молнии после прохождения сквозь отверстие восстанавливать свою шаровую форму. Следует обратить внимание на способность шаровой молнии сохранять форму шара, так как это явно указывает на наличие поверхностного натяжения у вещества молнии.

Скорость движения шаровой молнии невелика: 1...10 м/с. За ней нетрудно следить. Внутри помещений молния может на некоторое время даже останавливаться, зависая над полом.

Живет шаровая молния примерно от 10 секунд до 1 минуты. Меньше живут очень маленькие молнии (диаметром порядка сантиметра и меньше) и очень большие (диаметром около метра и больше). Наиболее долго живут молнии диаметром 10...40 сантиметров. Существуют три разных способа прекращения существования молнии. Чаще всего (в 55% случаев) молния взрывается. В 30% случаев молния спокойно угасает (из-за нехватки запаса энергии, накопленной в ней). В 15% случаев внутри молнии развиваются неустойчивости, и она распадается на части. Маленькие молнии обычно угасают («сгорают»); большие «предпочитают» распадаться на части.

Вообще надо сказать, что в поведении шаровой молнии немало коварства. Мы не знаем, обойдет она тот или иной объект или, напротив, притянется к нему. Неизвестно, взорвется она или спокойно угаснет. Наконец, можно лишь гадать, в какой именно момент произойдет взрыв.

Ну а если взрыв все же происходит, то, спрашивается, насколько он разрушителен? Это определяется, очевидно, запасом энергии молнии.

1.3 Опасна ли шаровая молния?

В принципе, конечно, она опасна. Вспомним хотя бы смерть Рихмана. Впрочем, следует принять во внимание, что Рихман экспериментировал во время грозы со специальным устройством, исследуя атмосферное электричество. Возможно, что, сам того не желая, он искусственно создал шаровую молнию, которая и поразила его.

Вообще же встречи с естественной шаровой молнией, как правило, заканчиваются без трагических последствий. Из проведенного журналом «Наука и жизнь» опроса выяснилось, что из полутора тысяч писем лишь в пяти сообщалось о смертельном исходе. При этом несколько смертей произошло не от самого взрыва шаровой молнии, а от его последствий (например, человек был убит осколком стекла после взрыва молнии). Как отмечалось, энергия, выделяющаяся при взрыве шаровой молнии, не превышает приблизительно 100кДж. Этого достаточно, чтобы оплавить небольшой участок металла, согнуть не слишком толстую трубу, расщепить бревно, пробить деревянную перегородку, отломить уголок каменной кладки, устроить пожар. Однако каких-либо действительно серьезных разрушений шаровая молния произвести, по-видимому, не в состоянии.

Чаще всего шаровая молния обходит человека стороной. Многих наблюдателей удивляет тот факт, что даже на близком расстоянии они не ощущали тепла от молнии. В отдельных случаях даже прямое прикосновение молнии не причиняло никакого вреда; в других случаях такое прикосновение давало ожоги, хотя и болезненные, но отнюдь не смертельные. Следовательно,

температура на поверхности молнии невысока – она либо соответствует обычной температуре, либо немного превышает ее (по-видимому, на более чем на 100 К). Внутри шаровой молнии температура выше, чем на ее поверхности, однако вряд ли она превышает 300...400°С.

Можно утверждать, что опасность шаровой молнии явно преувеличена. Как показывает практика, куда более опасна линейная молния. Наш страх перед шаровой молнией основан не на действительной опасности, а на невозможности предвидеть, как она поведет себя через секунду, две, три. Мы не знаем, как надо защищаться от нее.

1.4 Гипотеза возникновения шаровой молнии. Частота появления

В подавляющем большинстве случаев (более 90%) шаровая молния возникает в период грозовой активности, когда наблюдаются обычные молнии и когда напряженность атмосферного электрического поля особенно велика. Но есть отдельные сообщения о появлении шаровой молнии в ясную погоду.

Вопрос о том, как возникает шаровая молния, является, пожалуй, наиболее сложным и неясным. К сожалению, не так уж много людей оказались свидетелями ее возникновения. В большинстве своем наблюдатели утверждают, что шаровая молния возникла либо сразу после разряда, либо перед разрядом обычной молнии, что бывает реже.

Как именно рождается шаровая молния при разряде обычной молнии? На этот счет ничего определенного сказать пока нельзя. Имеются лишь разные предположения. Можно, например, предположить, что шаровая молния возникает в момент, когда спускающийся из тучи ступенчатый лидер встречается в нескольких десятках метров над землей со встречным лидером. Возможно также, что шаровая молния возникает в месте особенно резкого излома обычной молнии или в том месте, где произошло ее раздвоение. Нельзя не принимать во внимание и сообщения, что шаровая молния возникла из земли или воды в том месте, которое было только что поражено обычной молнией. Наконец, шаровая молния может родиться при электрическом разряде между

тучами. Понятно, что во всех этих случаях шаровая молния образуется за счет энергии разряда обычной молнии.

А как быть с теми случаями (о них пишут некоторые очевидцы), когда шаровая молния выскакивает из телефонных аппаратов, электрических розеток и т. п.? Можно предположить, что она возникает за счет энергии разряда обычной молнии, которая подводится к телефонному аппарату или розетке по подключенным к ним проводам.

Шаровую молнию принято считать весьма редким явлением по той причине, что ее удастся наблюдать крайне редко. Однако это еще не означает, что шаровая молния редко возникает. Не следует путать частоту ее наблюдений с частотой появлений. Существует гипотеза, согласно которой шаровая молния возникает столь же часто, как и обычная молния. Обычная молния ярко вспыхивает, хорошо видна за километры, и даже десятки километров; к тому же она оповещает о своем возникновении раскатами грома. Что же касается шаровой молнии, то она, конечно, далеко не столь заметна. Чтобы обратить внимание на сравнительно небольшой шар, движущийся практически бесшумно и светящийся как 50-ваттная лампочка, необходимо, что называется, столкнуться с ним «нос к носу». Кроме того, надо учесть, что шаровую молнию наблюдают вблизи земной поверхности (на высоте от метра до десятков метров), так что она легко может скрыться за теми или иными объектами. Предположим, что шаровая молния действительно возникает в месте удара обычной молнии. Но разве часто удастся наблюдать это место в непосредственной близости? Могут возразить, что шаровую молнию нетрудно опознать по ее взрыву. Однако не всегда она заканчивает свое существование взрывом. Могут сказать, что, как отмечалось, шаровая молния взрывается в большинстве случаев (приводилось число – 55% случаев). Но ведь эти 55% относятся к случаям наблюдения, а не к случаям появления. Может быть, значительно чаще молния заканчивает свое существование спокойно, без взрыва; просто мы ее не замечаем.

Итак, вполне возможно, что шаровая молния – не такое уж редкое явление. Все дело в том, что наблюдатель в состоянии заметить лишь те шаровые молнии, которые либо случайно возникли вблизи него, либо приблизились к нему; во всяком случае, вряд ли кто заметит небольшой светящийся шарик на расстоянии в несколько километров. Конечно, это только предположение, гипотеза. В настоящее время мы не можем ее подтвердить, как, впрочем, и не имеем оснований отбросить.

1.5 Физическая природа шаровой молнии

Более двух веков ученые всего мира пытаются познать тайны шаровой молнии. Почему она возникает и что собой представляет?

Все гипотезы, касающиеся физической природы шаровой молнии, можно разделить на две группы. В одну группу входят гипотезы, согласно которым шаровая молния непрерывно получает энергию извне. Предполагается, что молния каким-то образом (по какому-то каналу) получает энергию, накапливающуюся в облаках и тучах, причем тепловыделение в самом канале оказывается незначительным, так что вся передаваемая энергия сосредотачивается в объеме шаровой молнии, вызывая его свечение. К другой группе относятся гипотезы, согласно которым шаровая молния после своего возникновения становится самостоятельно существующим объектом. Этот объект состоит из некоего вещества, внутри которого происходят процессы, приводящие к выделению энергии.

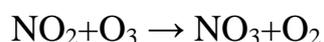
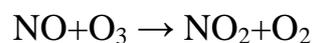
Среди гипотез первой группы отметим гипотезу, предложенную в 1955 г. академиком П.Л. Капицей: «Если в природе не существует источников энергии, еще нам неизвестных, то на основании закона сохранения энергии приходится принять, что во время свечения шаровой молнии непрерывно подводится энергия, и мы вынуждены искать этот источник вне объема шаровой молнии».

Предполагается, что энергия подводится к шаровой молнии при помощи электромагнитного излучения диапазона сверхвысоких частот (точнее говоря, диапазона дециметровых и метровых волн). Сама шаровая молния

рассматривается как пучность электрического поля стоячей электромагнитной волны, находящаяся на расстоянии четверти длины волны от поверхности земли или какого-либо проводящего объекта. В области этой пучности напряженность поля очень высока, и поэтому здесь образуется сильно ионизированная плазма, которая и является веществом молнии. Несмотря на многие привлекательные стороны данной гипотезы, она все же представляется несостоятельной. Дело в том, что она не может объяснить характера перемещений шаровой молнии, ее причудливого блуждания и, в частности, зависимости ее поведения от воздушных потоков. В рамках данной гипотезы трудно объяснить хорошо наблюдаемую четкую поверхность молнии. К тому же взрыв такой шаровой молнии вообще не должен сопровождаться выделением энергии. Если по каким-то причинам поступление энергии электромагнитного излучения вдруг прекращается, нагретый в пучности волны воздух быстро остывает и, сжимаясь, воспроизводит громкий хлопок.

Следует признать, что такими недостатками страдают все гипотезы первой группы. Учитывая накопленный фактический материал, можно вполне уверенно утверждать, что шаровая молния – это самостоятельно существующее тело. Иными словами, следует, по-видимому, отдать предпочтение гипотезам второй группы.

Остановимся на двух таких гипотезах. Одна из них предполагает химическую природу шаровой молнии. Эту гипотезу детально разрабатывал в середине 70-х годов Б.М.Смирнов. Предполагается, что шаровая молния состоит из обычного воздуха (имеющего температуру примерно на 1000 выше температуры окружающей атмосферы), небольшой примеси озона O_3 и оксидов азота NO и NO_2 . Принципиально важную роль играет здесь озон, образующийся при разряде обычной молнии; его концентрация около 3%. Внутри шаровой молнии происходят химические реакции:



Они сопровождаются выделением энергии. При этом в объеме диаметром 20 см выделяется примерно 1 кДж энергии. Это мало, как мы уже знаем, запас энергии шаровой молнии таких размеров должен составлять примерно 100 кДж. Недостатком рассматриваемой физической модели является также невозможность объяснения устойчивости формы шаровой молнии, существования поверхностного натяжения. Непонятно, каким образом у нагретого воздушного пузыря, обогащенного озоном, может возникнуть четкая поверхность, отделяющая его от окружающей атмосферы.

Поэтому сосредоточим внимание на гипотезе, согласно которой шаровая молния состоит из положительных и отрицательных ионов. Ионы образуются за счет энергии разряда линейной молнии. Затраченная на их образование энергия как раз и определяет запас энергии шаровой молнии. Она высвобождается при рекомбинации ионов. Благодаря электростатическим (кулоновским) силам, действующим между ионами, объем, заполненный ионами, будет обладать поверхностным натяжением, что и определяет устойчивую шаровидную форму молнии.

Также существует кластерная гипотеза, предположенная в 1974 г. И.П.Стахановым. Если ион окружен молекулами воды, его называют гидратированным. На рисунке 1а изображена схематически молекула воды. Она является полярной молекулой: центры ее положительных и отрицательных зарядов не совпадают друг с другом. На рисунке 1б показан кластер – гидратированный отрицательный ион, а на рисунке 1в – еще один кластер – гидратированный положительный ион. Молекулы воды в силу своей полярности удерживаются вблизи ионов силами электростатического притяжения. Заметим, что гидратированные ионы известны давно; они имеются в растворах электролитов. В последние годы они найдены также в земной атмосфере.

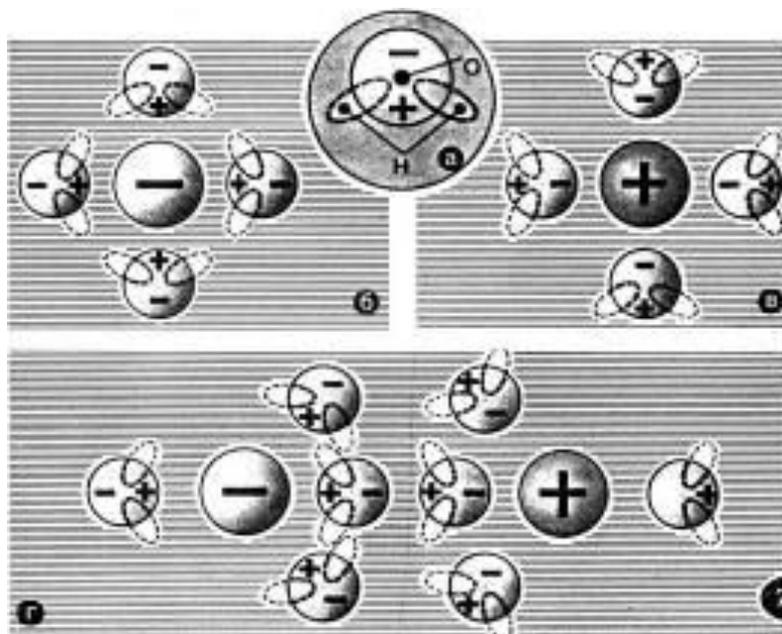


Рис.1. Кластерная гипотеза

На рисунке 1г два гидратированных иона разных знаков объединились в нейтральный комплекс. Вот из таких комплексов и состоит, согласно гипотезе Стаханова, вещество шаровой молнии. Таким образом, предполагается, что в шаровой молнии каждый ион окружен «шубой» из молекул воды. Эта «шуба» мешает ионам сблизиться непосредственно друг с другом и тем самым существенно замедляет рекомбинацию ионов.

Если количество рекомбинаций ионов за единицу времени в единице объема не слишком велико, шаровая молния ведет себя спокойно. Выделяющаяся при рекомбинации энергия преобразуется в энергию светового излучения и частично передается окружающей среде через теплообмен. Когда же число рекомбинаций становится чрезмерно большим, выделяющаяся энергия не успевает отводиться из молнии – и тогда быстро растет температура, дружно рушатся оболочки ионов-кластеров, рекомбинация резко усиливается – происходит взрыв. Итак, согласно кластерной гипотезе, шаровая молния представляет собой самостоятельно существующее тело (без непрерывного подвода энергии от внешних источников), состоящее из тяжелых положительных и отрицательных ионов, рекомбинация которых сильно заторможена вследствие гидратации ионов. Надо признать, что данная гипотеза (в отличие от остальных) вполне хорошо объясняет все свойства шаровой

молнии, выявленные в результате многочисленных наблюдений. И все же пока это только гипотеза, хотя и довольно правдоподобная.

Что даст нам понимание природы шаровой молнии? Естественно считать, что в основе природы шаровой молнии лежат известные физические закономерности, но их сочетание приводит к новому количеству, которого мы не понимаем. Разобравшись в этом, мы найдем реальным то, что ранее казалось экзотическим, и получим качественные представления, которые могут иметь аналоги и в других физических процессах и явлениях. Получение таких представлений обогащает науку и является ценным в рассматриваемых исследованиях. Такова логика развития науки вообще, и накопленный опыт исследования природы шаровой молнии подтверждает это.

2. Проблема создания шаровой молнии, использование ее энергии

Практически неослабевающий интерес к шаровой молнии обусловлен, по-видимому, тем, что до сих пор не существует какой-то одной общепринятой модели ее внутреннего строения. Точно также нет и экспериментальной техники, которая позволяла бы в любой момент времени создавать искусственные шаровые молнии, не отличающиеся по своим свойствам от природных аналогов.

2.1 Гастон Планте

Ученые не раз пытались получить шаровую молнию в лабораторных условиях. Впервые и наиболее успешно это удалось Гастону Планте.

Ученый заряжал соединенные параллельно аккумуляторы от гальванического элемента, а затем при помощи специального переключателя – «реостатической машины» - соединял их последовательно. (Отдельный аккумулятор в среднем дает напряжение 2,5 В, но когда их соединяют последовательно, то напряжения складываются.)

Так Планте удавалось получить батарею с напряжением до 4500 В. При ее разряде через воду на положительном электроде получались устойчивые вращающиеся шары. Направление вращения было случайным, что говорит о том, что оно не связано с действием тока. В то же время при перемещении электрода шары следовали за ним. Это говорит, что они получали энергию от батареи.

Такие огненные шарики Планте уверенно отождествлял с шаровыми молниями и полагал, что шаровая молния – это первичная форма существования «электрической материи», а линейная – лишь цепочка шаровых. Это заявление он подтверждал своими наблюдениями, из которых следовало, что в городе практически при любой грозе можно увидеть шаровую молнию, нужно лишь уметь смотреть.

Планте утверждал, что шаровая молния получает энергию через вихревой столб, по которому на нее стекают заряды из грозовых туч. Сегодня к этому

можно добавить то, чего Планте не знал: полный внутри вихревой столб является отличным волноводом, концентрирующим в нижней своей части энергию возникающих при грозе электромагнитных волн.

2.2 Никола Тесла – повелитель молний

Идея Теслы была проста и одновременно глобальна: научиться отбирать электричество, преобразовывать его и без проводов передавать в самые глухие уголки земного шара.

«К концу 1898 систематические исследования, проводившиеся много лет с целью усовершенствования метода передачи электрической энергии через естественную среду, привели меня к пониманию трех важных потребностей; Первая — разработать передатчик огромной энергии; вторая — усовершенствовать способы индивидуализирования и изолирования передаваемой энергии; и третья — выяснить законы распространения токов через землю и атмосферу» - Никола Тесла.

Проверку своих идей он начал в 1899 году в горном районе Колорадо-Спрингс, известном своими частыми грозами с исключительно мощными молниями. Через некоторое время, по словам Теслы он знал о молниях больше, чем знает о них сам Бог. На очереди стояла проверка принципов передачи энергии на дальние расстояния без проводов. С этой целью была построена специальная лаборатория. Вскоре ученый убедился, что электрический заряд может передаваться через землю без проводов и радиоволн.

2.3 Современные исследования

На сегодняшнее время эксперименты по созданию шаровой молнии и сравнению ее свойств с природной проводятся на экспериментальном полигоне (недалеко от г. Владимир), на уникальных крупномасштабных установках, обеспечивающих параметры процессов, близкие к параметрам природных процессов.

На полигоне расположены:

- Комплекс по регистрации электрических полей КНЧ диапазона.
- Приемно-регистрирующий комплекс документации вариации вертикальной составляющей электрического поля Земли в крайне низкочастотном диапазоне включает в себя около 15 регистраторов вариаций электромагнитного поля Земли (ЭМПЗ).
- Систематическая регистрация вариаций ЭМПЗ дает надежду на разработку не только надежного прогноза неблагоприятных периодов с количественной оценкой степени неблагоприятности, но и предсказания самих глобальных явлений (например, землетрясений). В этом главная научная задача круглогодичной работы полигона.
- Импульсную компоненту вариаций создают молниевые разряды, поэтому их регистрация также производится попутно.

Одним из интересных и до сих пор загадочных теплоэлектрических явлений в атмосфере считается шаровая молния. Ее природа занимает уму не только физиков-профессионалов, но и широкого круга любознательных людей. Естественно, она должна была попасть в круг полигонных интересов, в результате чего была поставлена задача попытаться создать на полигоне шаровую молнию искусственно.

Ясно, что на полигоне пришлось создать мощные источники электрических импульсов. И хотя их мощность значительно уступает мощности силовой цепи подводной лодки, необходимый результат был получен за счет оптимизации характеристик разряда и конструкции плазменной пушки.

Рассмотрим эти источники:

1. Инерционный копровый накопитель энергии.

Этот накопитель – наиболее надежный и простой в управлении источник электрических импульсов полигона, однако, к сожалению, наименее мощный. Он используется в тех экспериментах, где не требуется большая мощность, но требуется хорошая дозировка получаемой энергии. Основными элементами накопителя являются электромагнит постоянного тока с броневым магнитопроводом и рабочая катушка. Электромагнит под действием силы

тяжести падает по направляющим колоннам на соосно расположенную рабочую катушку так, что она входит внутрь электромагнита. При этом вырабатывается электрический импульс колоколообразной формы. Электромагнит массой 1350 кг питается от генератора постоянного тока с силой 500 А. Он поднимается лебедкой с электрическим приводом на высоту 9 м. Масса установки 4 т. Накопитель генерирует импульсы тока с энергией до 50 кДж и длительностью 50-100 мс. Максимальная мощность около 1000 кВт. Таким образом, он дает выигрыш по отношению к мощности электросети приблизительно в 10 раз.

2. Пороховой генератор сверхмощных электрических импульсов.

В отличие от копрового накопителя, при генерации электрического импульса рабочая катушка не входит, а наоборот – выстреливается из электромагнита. На вертикальной раме к противооткатному устройству подвешен электромагнит. На рабочую катушку укладывается в виде кольца пороховой заряд весом до 10 кг. Затем катушка, с помощью подвижной платформы, лебедкой вводится в электромагнит. Включается ток питания электромагнита и рабочая катушка с большой силой притягивается к магниту, замыкая без зазора броневой магнитопровод, что обеспечивает высокое значение магнитной индукции. Пространство, занятое зарядом, также оказывается замкнутым.

Платформа опускается вниз и производится выстрел. В замкнутом пространстве скорость горения пороха очень большая и давление пороховых газов быстро растет. После того как сила пороховых газов превысит силу притяжения катушки к магниту, катушка вылетит из него.

При заряде в 10 кг движение рабочей катушки происходит при усилии на нее, равном 3000 т с ускорением 1000 g. Это обеспечивает индуцирование электрических импульсов с напряжением около 1кВ при силе тока порядка 500 кА. Такой ток равносителен самым мощным разрядам природных молний. Пороховой генератор предназначен для проведения эксперимента, близкого к натуральному. В настоящее время генератор прошел наладочные испытания с

уменьшенным зарядом. При выстреле в земле возникает сейсмическая волна, способная нанести вред зданию лаборатории и помешать проведению экспериментов. Поэтому генератор построен на расстоянии 40 м от здания. Для подводящей электролинии требуется 15 т медного провода.

3. Индукционный накопитель.

Он представляет собой индуктивность на основе U-образного разомкнутого сердечника из трансформаторного железа массой 22000 кг, имеющего сечение $0,80 \times 0,75 \text{ м}^2$. На сердечник намотано 15 витков из параллельно соединенных медных проводов, имеющих суммарное сечение около $4 \times 10^3 \text{ мм}^2$. С целью увеличения коэффициента заполнения и исключения электрического пробоя изоляции, укладку проводов на одной части магнитопровода вели от центра к периферии, а на другой части – от периферии к центру. Общая масса накопителя около $4 \times 10^3 \text{ кг}$, индуктивность $L = 6,5 \times 10^{-4} \text{ Гн}$, а запасаемая энергия при токе питания $3 \times 10^4 \text{ А}$ около 0,5 МДж.

4. Тепловая установка «метеотрон».

Тепловая установка метеотрон предназначена для имитации высокоэнергетических природных и антропогенных явлений в атмосфере. Ее основные части:

Цистерна для горючего (керосин) емкостью 180 м^3 .

Топливный насос низкого давления.

Топливный насос высокого давления (расход топлива – 9 л/с).

Топливные магистрали высокого давления с распределенными по ним форсунками (51 шт.), распыляющими керосин в туман.

Дизельный насос для подачи воды (100 л/с) из озера к соплу реактивного двигателя.

Реактивный двигатель для распыления этой воды в туман и подачи тумана к топливным форсункам.

Измерительное хозяйство.

При работе установки каждая форсунка создает вертикальный факел высотой семь метров, так что общий объем пламени около 700м^3 . Тепловая мощность установки около 450 000 кВт.

Установка позволяет имитировать крупные пожары (например, пожары на нефтяных скважинах), ликвидировать облачность в районе полигона, создавать грозное облако натуральных размеров с разрядами линейной молнии на территорию полигона. Такую возможность этой установки предполагается использовать для создания шаровой молнии в натурном эксперименте.

3. Практическая часть

Для того, чтобы убедиться в том, что использование энергии шаровой молнии в практических целях действительно выгодно нам нужно:

Оценить энергию шаровой молнии.

Рассчитать мощность исследуемого объекта.

Определить, число шаровых молний, потребуется, необходимых для обеспечения промышленного города.

Оценить количество энергии в шаровой молнии можно по тем последствиям, которые она оставляет после своего исчезновения. Воспользуемся сообщением одного из наблюдателей: «Она оплавил участок батареи диаметром 6 мм, оставив лунку глубиной 2 мм».

Значит, молния испарила около 0,45 г железа ($v=56 \text{ мм}^3$, $\rho=7,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$). Для этого требуется энергия, равная 4 кДж.

Естественно, что не вся энергия шаровой молнии была израсходована на испарение небольшого участка батареи, так что полученный результат можно рассматривать всего лишь как оценку нижней границы энергии молнии: эта энергия оказывается не меньше нескольких килоджоулей.

Вот еще одно из наблюдений шаровой молнии: «Молния диаметром 30 см взорвалась около водопроводного крана. Этот кран представлял собой трубу диаметром 3 см и высотой 80 см. После взрыва труба оказалась скрученной и была покрыта окалиной, хотя и не накалилась докрасна». Чтобы скрутить железную трубу, надо разогреть некоторый ее участок до достаточно высокой температуры. В то же время, как указывает наблюдатель, труба не накалилась докрасна.

Поэтому можно предположить, что молния нагрела участок трубы, скажем, на 600 К. Длину этого участка будем полагать приблизительно равной диаметру трубы.

Решим в связи с этим следующую задачу. Сколько энергии требуется для нагревания на $\Delta T=600 \text{ К}$ участка железной трубы длиной $l=5 \text{ см}$? Наружный

радиус трубы $R=1,5$ см, внутренний $r=1,2$ см. удельная теплоемкость железа $c=0,71$ Дж/(г*К), плотность железа $\rho=7,8$ г/см³.

Найдем массу трубы:

$$m=\rho(\pi R^2-\pi r^2)l,$$

где $(\pi R^2-\pi r^2)l$ – объем трубы

Используя числовые значения величин, получаем $m=100$ г. Отсюда находим искомую энергию:

$$W=cm\Delta T=4,2*10^4 \text{ Дж}=42 \text{ кДж}.$$

Энергия шаровой молнии может принимать значения от нескольких килоджоулей до нескольких тысяч килоджоулей. Чтобы убедиться в этом решим следующую задачу, основанную на событии, произошедшем в Закарпатье, близ города Перечина:

В августе 1962 года, около 11-12 часов вечера в корыто с водой для скота упала шаровая молния размером с теннисный мяч: она светилась цветами радуги в течение около 10 секунд. Вода из корыта полностью выкипела, на дне лежали сварившиеся лягушки. Размер корыта $0,3*2,5$ метра. Глубина слоя воды – 15 см.

Масса воды равна: $\rho*V$. $V=11,3*10^{-2}$ м³.

Плотность воды – $1*10^3$ кг/м³.

Отсюда получаем массу воды, равную 113 кг

Найдем энергию, которая потребовалась для того, чтобы вода выкипела:

$$W=cm\Delta T+Lm$$

Удельная теплоемкость воды – 4200 Дж/кг*К. Температура кипения воды – 100⁰ С, а температуру воды изначально возьмем примерно равную 18⁰ С.

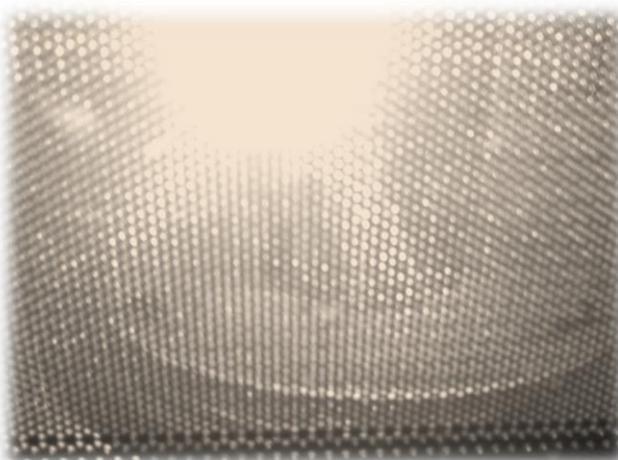
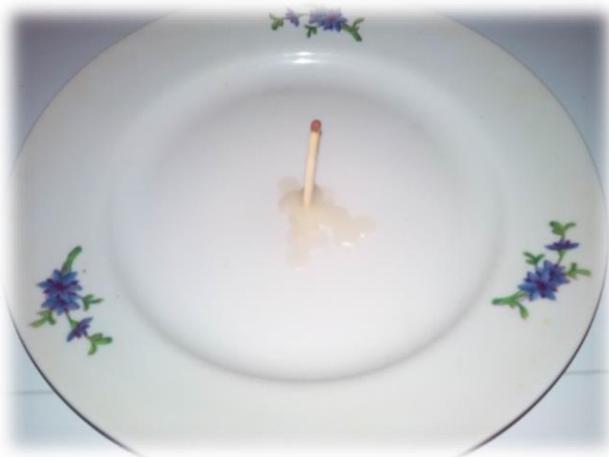
$$W=299*10^3 \text{ кДж} \approx 300*10^3 \text{ кДж}$$

В условии задачи дано время существования молнии в корыте. В связи с этим найдем мощность молнии:

$$P=W/\Delta t. P=30*10^3 \text{ кВт}.$$

Мощность шаровой молнии может быть поистине огромной. Интересно, сколько молний потребуется, чтобы обеспечить промышленный город

как стакан сильно нагревается. Чуть не забыл: так как всё связанное с плазмоидами и шаровыми молниями науке еще не очень понятно, в процессе проведения опыта у вас есть шанс приобщиться к чему-то загадочному и таинственному.



Заключение

В ходе данной работы мною были исследованы свойства шаровой молнии, ее поведение. На основе рассказов очевидцев, представленных в видеофрагментах и прочитанных статьях была рассчитана ее энергия и мощность. По полученным результатам можно смело говорить об использовании шаровой молнии. Прежде всего, это касается дешевой электроэнергии. Но главная проблема состоит в том, что мы не умеем удерживать шаровую молнию длительное время. Нам следует продолжать исследования по данной теме.

Несмотря на то, что это явление пока ещё до конца не понято физикой, не стоит относиться к нему как к чему-то крайне необычному, тем более как к сверхъестественному. Это явление до конца не изучено, но активно изучается. На сегодняшний день ясно, что шаровая молния — просто красочное атмосферное явление, проявление атмосферного электричества, и для его объяснения не потребуется привлечение каких-либо кардинально новых физических концепций.

Основной камень преткновения в этих исследованиях — отсутствие надёжной методики воспроизводимого получения шаровой молнии в управляемых, лабораторных условиях. Если бы это было достигнуто, задача была бы практически решена. Поньше в экспериментах удавалось получить нечто, лишь отдалённо схожее с шаровой молнией. И, изучая это «нечто», экспериментаторы пока не могут сказать, изучают ли они саму шаровую молнию или какое-то другое явление. Такое состояние дел в эксперименте и позволяет теоретикам выдвигать совершенно разные (а иногда и самые фантастические) предположения и гипотезы о сущности шаровой молнии.

Что может дать человеку изучение природы шаровой молнии? В настоящее время эти исследования носят фундаментальный характер, то есть пока не разрабатываются способы использования шаровой молнии в практических целях. Однако результаты именно фундаментальных исследований приводит к появлению принципиально новых видов технических

устройств, радикальному изменению технологий, появлению новых видов научных знаний.

Однако уже сейчас можно обозначить достаточно весомую перспективу. Это, например, сверхмощное оптическое воздействие на протяженные объекты (в отличие от тонкого лазерного луча).

Это беззеркальные накопители энергии для сверхмощных лазеров на основе закольцовки лучей за счет рефракции.

Это, наконец, новые перспективы в решении проблемы управляемого термоядерного синтеза.

Список литературы

1. Видеофильм Властелин мира. Никола Тесла.
2. Демкин С. Загадка «огненных яблок» / С. Демкин // Тайная власть – 2007. - №12. – С.5.
3. Коллекция рефератов и сочинений // Рефераты по точным наукам // Шаровая молния
4. Кунин В.Н. Шаровая молния на экспериментальном полигоне 2000. – С 3-5
5. Ильин. А. Шаровая молния: вопросы без ответов / А.Ильин // Юный техник – 2005. - №5. – С.40.
6. Муранов А.П. В мире необычных и грозных явлений природы // Огненные стрелы небес. 1977. – С. 83
7. Никола Тесла. Лекции и статьи // Передача электрической энергии без проводов 2003. А 153
8. Петрова И. Хоть стой, хоть падай / Петрова И. // Тайны XX века – 2006. - №34. – С. 15
9. Славин. С. Охотники за молниями / С. Славин // Юный техник. – 2004 - №11 – С.50.
10. Тарасов Л.В., Физика в природе // Шаровая молния С. 103-111
11. Томилин А. Загадка шаровой молнии / А. Томилин // Заклятие Фавна С. 96
12. Усанин А. Своенравная дочь Перуна / А. Усанин // Чудеса и приключения – 2006. - №9. – С. 41
13. Щелкунов Г. / Шаровая молния: наблюдения и анализ следов / Г.Щелкунов // Наука и жизнь – 2001. - №10 – С.52.
14. Интернет. Федосин С.Г. Электронно-ионная модель шаровой молнии// mt.arisfera/lightning_articles/lightning_articles10.html#