

К вопросу о природе смерча

Г. Н. Берия

Смерч или торнадо – грозное явление природы – по сей день остается головоломкой для науки. Существует множество гипотез, основанных на конвективных, фронтальных, термодинамических, гравитационных и других теориях. В первом приближении они дают объяснение явления в целом, но испытывают серьезные трудности при попытках интерпретации отдельных специфических характеристик и особенностей поведения.

В объемистом труде академика Наливкина подробно изложены истории и характеристики смерча [1,2]. Они настолько неординарны, что этот академический труд читается как детективные новеллы с их трагическими сюжетами и чудесными спасениями. Для исследования характеристик этого явления из книги можно набрать более 50, но мы их не будем перечислять досконально, а выберем из них наиболее типичные, аномальные и трудно объяснимые, т. е. такие, которые достоверно установлены, но не укладываются в рамки здравого смысла. По нашим соображениям объяснение именно подобных свойств и является веским аргументом для любой теории, претендующей на верность. На рис. 1 изображена схематическая структура смерча.

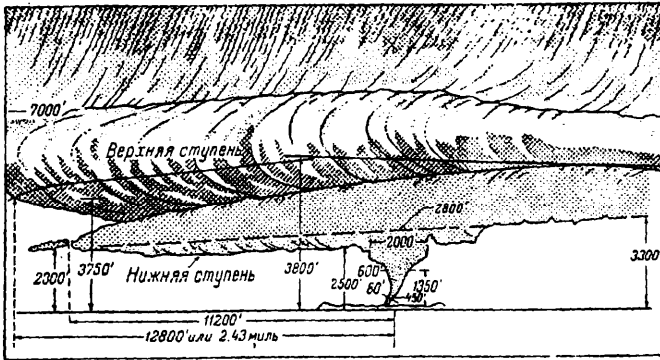


Рис. 1. Строение и размеры смерчевого облака (взято из книги [1]).

Обязательные элементы смерча: низкое грозовое облако, из которого к земле опускается воронкоподобный отросток, который переходит ближе к земле в хоботоподобную трубу. Она быстро вращается и извивается змееподобно. Иногда она охвачена оболочкой, называемой каскадом. Поверхность хобота может быть как гладкой, резко очерченной, так и расплывчатой, с неопределенными границами. Бывают и безхоботные смерчи. Это фактически быстро вращающееся облако, распластавшееся прямо на земле. Такие смерчи особенно разрушительны.

Размеры смерча различны. Грозовое облако может иметь в диаметре от нескольких, до десятков и более километров. Диаметр воронки и хобота варьирует в пределах метров и десятков и сотен метров. Высота от нуля до 2 километров.

В некоторых случаях замечено с опережением на полчаса, до появления воронки, светло-голубое или кирпично-красное слабое свечение, названное "генератором импульса", природа которого неясна, но, судя по названию, предполагается, что именно оно и порождает смерч.

Электрические эффекты: в некоторых случаях смерчи не проявляют никакой электрическую активность, но часто эти эффекты весьма интенсивны и разнообразны. Возникают как обычные линейные молнии, так и редкие шаровые молнии. Наблюдались совсем необычные, нигде более не встречающиеся, кольцевые, спиральные, с углом наклона в 45 градусов электрические разряды, бегущие и вращающиеся огни. В некоторых случаях светился вес хобот с воронкой в виде колонны и столба.

Довольно частый спутник смерча град с необычными размерами. С неба падали ледяные булжники с диаметром в 15, 20, 40 см. В 1888 году в Техасе смерч сопровождал град такой интенсивности, что толщина градового слоя достигала 2 метров. "Лопнувшие облака" – так называют ливневые потоки воды, сбрасываемые смерчем на землю. Сила водосброса была настолько велика, что вымывала ямы шириной 5–6 и глубиной 0,5–1,5 метров.

Шум: в некоторых случаях смерч совершенно бесшумен, но наблюдалось и нечто противоположное. Его рев не поддается описанию, сравнивают с жужжанием миллиона пчел, с канонадой тысячи артиллерийских залпов, с гудением тысяча поездов. В некоторых случаях рев слышен издали, но бывает и так, что его можно услышать только с близкого расстояния.

Максимальная скорость вращения по непрямым оценкам, по оставленному следу, оценивается выше скорости звука в воздухе. 100 метров в секунду – характерная скорость.

Время существования: как правило, несколько минут, не более. Но бывают случаи, когда смерчи существовали и несколько часов, сохраняя при этом свою огромную разрушительную силу до самого исчезновения. Максимальное зарегистрированное время 7 часов 20 минут (Метусский смерч 26 мая 1987 года). Длина пройденного пути – 500 км.

Подъемная сила: В 1969 году из озера Воскана (Канада) смерч откачал и поднял в воздух воду, вес которого был оценен по уменьшению уровня озера и он равнялся 0,5 миллион тонн.

Разрушительная сила смерча поистине фантастична. Воздействие на объекты, попавшие на его пути бывают четырех видов: взрыв, кручение, боковой удар и подъем в воздух. Известны случаи уничтожения целых поселков и городков. В 1913 году в Иллиноисе смерч сорвал с рельсов 20 товарных вагонов и полностью уничтожил их. 27 мая 1931 года в Миннесота смерч налетел на середину остановившегося поезда. Удар был настолько силен, что из поезда вырвал вагон со 117 пассажирами, отнес его на несколько метров и мягко положил набок. Погиб только один пассажир. Внезапно налетевший смерч сорвал с дома стены и крышу и унес в небо так быстро, что не успели даже заметить куда они исчезли. Люди, которые при этом находились в доме остались целыми и невредимыми. Таких истории известно множество.

Бывают случаи групповых смерчей. 11 апреля 1965 года в центральных штатах Америки появилось одновременно 47 смерчей. Среди них был редчайший, двурогий. Особой разрушительной силой обладает безхоботное, движущееся прямо по земле сплошной стеной ревущее и вращающееся облако.

На экранах радиолокаторов смерчи, как правило, фиксируются в форме запятой, что, по-видимому, указывает на его вихревую природу.

Следы, оставленные смерчем, порой озадачивают своей замысловатостью: аккуратно содрал шкуру с деревьев, оставив целыми их стволы. Опрокинул капитально построенный каменный дом и оставил невредимыми стоявшие в нескольких метрах ветхие хижины. В местах прохождения смерча часто находят твердые предметы, вроде досок и листов железа, которые насквозь проткнуты более мягкими предметами, вроде соломинок или палок.

Сведения об энергии, сконцентрированной в смерче, в литературе отсутствуют. Объясняется это тем, что количественные измерения непосредственно в гуще смерча, или вблизи него не проводились по вполне понятным причинам. Можно только предположить, что она ненамного уступает энергия тропического циклона. Фактически смерч - это тоже циклон с фокусированным в меньшем объеме энергией.

Далее в статье изложена предлагаемая автором гипотеза о природе смерча. Предварительно дано разъяснение концептуальной, методологической сущности гипотезы.

Атмосферные явления так или иначе связанные с электричеством, такие как, например, грозы, шаровые молнии, тропические циклоны содержат в себе высокую степень аномальности, т. е. проявляют свойства, которые не укладываются в понятия классических представлений. Это утверждение особенно относится к шаровой молнии. Это редкое и довольно невзрачное явление выделяется тем, что занимает первое место своей аномальностью. Вокруг него уже создано более двухсот гипотез, но оно по сей день остается таким же загадочным, каким было с самого начала. Смерч занимает второе место на шкале аномальности. В отличие от шаровой молнии, смерч позволял собирать о себе в неограниченном количестве фото, кино, видео и радио наблюдении, оставляя после себя массу "улик" в виде разрушений различного характера. Это позволяло исследователям составить фотороботный портрет "преступника" [3], однако он мало что дал для его окончательного "разоблачения".

Согласно классической методологии причину такого положения можно объяснить, казалось бы, чрезвычайной сложностью атмосферных процессов и выход из положения искать в дальнейшем накоплении и обработке информации и в создании все более и более сложных теории. Однако, существует и другая, новая методология, которая появилась сравнительно недавно, в середине XX века в основном благодаря работам Карла Попера и Томаса Куна [4]. Была создана, так называемая, парадигмальная концепция развития науки, согласно которой наука в процессе развития испытывает скачкообразные, революционные переходы на различные уровни, которых Кун называет парадигмами. Вызываются эти скачки почти неизбежными субъективными ошибками в постулатах старой парадигмы. Рано или поздно постулатные ошибки подвергают парадигму в интеллектуальный кризис и приводят к необходимости ее смены новой.

Мы допускаем, что именно с такой ситуацией столкнулась наука в области атмосферных экстремальных явления и, в частности со смерчем. Может быть это явление не столь уж сложно, но постулатная ошибка блокирует решение задачи о природе его происхождения и создает видимость сложности. Если это так, то созрело время поставить вопрос о смене парадигм, по крайней мере, в какой-то части метеорологии.

Для объяснения природы шаровой молнии нами в атмосферном электричестве было допущено существование объекта, изображенного на рисунке 2

Это тороподобно замкнутые потоки напряженности электрического поля, которые были сформированы аperiодическим импульсом тока, при пробое линейной молнии, а за тем были захвачены и удержаны в потенциальном "мешке" атмосферного электростатического поля. Структура эта обнадеживающе работает при объяснении свойств шаровой молнии [5, 6]. Дальнейший анализ показал, что она дает неплохие

результаты и при объяснении свойств смерча, что и побудило нас их опубликовать. (В дальнейшем для простоты назовем ее именем **ТОРОН**).

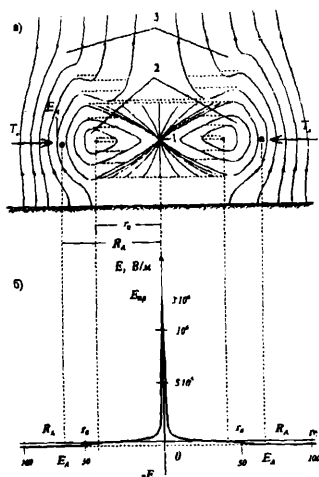


Рис. 2. Атмосферная, стационарная, тороподобная электрическая структура (торон). 1-плотное ядро. 2-генератор импульса. 3-электростатическое поле, энергетический "мешок".

При этом мы допускаем, что силовые линии, введенные еще Фарадеем, реально существующие образования в виде струно- или трубкоподобных электрических и магнитных дискретных объектов имеющих свой закон сохранения, инвариантных по отношению систем отсчета. Они являются элементарными универсальными постоянными. Их произведение равно универсальной постоянной Планка:

$$\hbar = \frac{\Phi_{\text{ог}} \Phi_{\text{он}}}{2\alpha} = \frac{1,602177 \cdot 10^{-19} \cdot 6,035867 \cdot 10^{-17} \cdot 137,035989}{2} = 6,626074 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{с} \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{ог}} &= CU = It = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Фарада} \cdot \text{Вольт}, \\ \Phi_{\text{он}} &= LI = Ut = 6,035867 \cdot 10^{-17} \text{ Генри} \cdot \text{Ампер} \end{aligned} \quad (2)$$

универсальные, дискретные, элементарные электрические и магнитные объекты, существующие независимо друг от друга, но которые могут объединиться и совместно создать устойчивые динамические структуры. Условия объединения представлены в уравнениях Максвелла. В этом заключается сущность изменения, которое вносит новая парадигма в электродинамику. Эти уравнения не описание процесса в едином электромагнитном поле, как это предполагается в настоящее время, а представление условия, при которых два независимых объекта (условно назовем их *струнотрубками*) могут взаимодействовать. Само же взаимодействие определяется тензорами натяжения, которые существуют в этих объектах:

$$W_E + W_H = \hbar_{\text{ш}} \frac{1_E}{S_E} + \hbar_{\text{ш}} \frac{1_H}{S_H} = \hbar_{\text{ш}} \left(\frac{1_E}{\delta l_H} + \frac{1_H}{\delta l_E} \right) = \hbar v + mc^2. \quad (3)$$

Здесь в левой части уравнения - энергии электрических и магнитных струнотрубок, в правой части - известные выражения энергии фотона и частицы с

массой покоя. В центральной части – представлена энергетическая структура струнотрубок, их физическая и геометрические компоненты:

$h_{IE} = h_{IH} = 1,45 \cdot 10^{-27}$ Джоуль · метр – универсальная константа, пространственный эквивалент постоянной Планка, определяет дискретное (квантованое) состояние постоянных полей; l_E, l_H – длины струнотрубок, определяют энергию циркуляции и тензор натяжения струны; S_E, S_H – сечения струнотрубок, определяют плотностную энергию и тензор отрицательного натяжения (давления) между струнотрубками; δ -эквивалент длины волны. После простых алгебраических преобразований в центральной части уравнения (3), уравнение струнотрубок преобразуется в уравнение фотона и частицы.

Динамика электромагнитных процессов однозначно определяются тензорными натяжениями в струнотрубках. Уравнения Максвелла представляют кинематику процесса при равновесном состоянии. В случае нарушения равновесия структура распадается. Именно следствием такого распада и является образование торона. Магнитные струнотрубки разлетаются вдоль вертикальной оси под воздействием отрицательного натяжения (давления), а электрические струнотрубки испытывают сжатие со стороны атмосферного поля в экваториальной плоскости. Условием равновесия, по всей видимости, будет на поверхности соприкосновения атмосферного поля и поля торона соблюдение соотношения:

$$E_A = \frac{Q_A \cdot \sin \theta}{4\pi\epsilon_0 R_A^2} = \frac{\Phi \cdot \sin \theta}{4\pi\epsilon_0 R_T^2} (e^{-\kappa_1(R_0/r)} - e^{-\kappa_1(R_0/r)}) = E_T \quad (4)$$

Здесь E_A и E_T – напряженности атмосферного и торонного поля на их общей поверхности; R_A – радиус площади заряженного облака; R_T – радиус торона; R_0 – радиус нулевого значения напряженности торона; r и θ – текущие координаты в сферической системе; Q – величина заряда в облаках; Φ – величина потока поля в тороне. В скобках представлена аperiодическая пространственная структура торона.

Размеры и формы торонов могут меняться в весьма широких пределах. В принципе диапазон его масштабов может простирается от элементарных частиц до космических расстояний. Практически, в пределах метеорологических явлений размеры могут иметь величины от нескольких метров до десятков километров. Соответственно и энергия будет колебаться в весьма широком диапазоне. Верхний предел размеров торона будет ограничен проводящими слоями поверхности земли и атмосферы на уровне нижней части ионосферы, называемой электросферой. По Дж. Чалмерсу [7] электросфера находится на уровне от 40 до 60 км, постоянно заряжена положительным потенциалом около $2,9 \cdot 10^5$ В и имеет энергию порядка от 10^9 до 10^{10} Дж. Следует ожидать, что максимальный радиус торона ограничен расстоянием между землей и электросферой, а общая энергия торона также будет находиться в пределах всей энергии электростатического поля земли.

В доступных нам публикациях данные об энергоёмкости торнадо отсутствуют. Мы можем сделать только прикидочные расчеты энергий по известным параметрам, в частности, по массе и скорости увлеченного смерчем воздуха:

$$W = \frac{\rho \cdot 2\pi R \Delta R \cdot H \cdot v^2}{2} \quad (5)$$

ρ – плотность воздуха; R – радиус хобота; ΔR – толщина стенки хобота; H – высота воронки с хоботом; v – скорость вращения воздуха.

Все эти данные известны из наблюдений. Подставляя их усредненные значения, мы получаем энергию порядка 10^{11} Дж. Расчеты не претендуют на точность, на самом деле величина полной энергии смерчевого облака будет превосходить на два или три порядка энергии самого смерча, но в первом приближении дает представление о порядке уровня энергии, которая высвобождается непосредственно в виде

кинетической энергии вращения. Параметры торона, которые могут удовлетворить данной величине энергии, определяются по формуле [5]:

$$W_t = \frac{4\pi^3 \Phi_E^2 L}{3 \cdot 2\epsilon_0 S} \quad (6)$$

Φ_E – величина потока струнотрубок (Квантов электрического потока); L – средняя длина струнотрубок; S – площадь сечения торона.

Если допустим, что имеем максимальные размеры торона соответствующие высоте электросферы порядка 40+60 км, то получим величину потока Φ_E равной порядка несколько тысячам кулонам, что вполне вероятно. Таким образом, в первом приближении энергетическое условие смерча торон удовлетворяет.

Вторая задача предлагаемой торонной модели касается природы генератора импульса, который иногда замечается в виде светящегося пятна за полчаса до появления воронки. Плотность энергии торона распределена неравномерно. По формуле (4) очевидно, что она нарастает по мере приближения к оси симметрии обратно пропорционально квадрату расстояния. В результате в центре торона образуется плотное ядро. Следует заметить, что радиолокатоционным зондированием грозовых облаков действительно регистрируется существование такого ядра [8]. Взаимодействие между тороном и воздухом начнется при приближении напряженности поля к предельной величине пробоя $E_{пр} = 3 \cdot 10^6$ В/м. Однако локализованные микроскопические разряды на частицах воды и льда начнется значительно раньше благодаря усилению напряженности поля на их поверхности и этим процессом будет охвачен объем радиусом порядка сотен метров. Эти разряды в отдельности неразличимы, но общее количество крупных капелек воды в одном кубическом метре воздуха около 3000 [8]. Плотное ядро торона с радиусом сотен метров таких капелек будет содержать миллиардами. В целом они будут создавать фоновое свечение. Именно этим можно объяснить появление так называемого генератора импульса.

Следующая задача – вопрос о механизме возникновения ураганного ветра в сравнительно малом объеме. В научном мире давно уже известно такое явление, как электрический ветер, движение воздуха искусственно создаваемое коронным разрядом высокого напряжения. Значительный интерес представляет публикации И. Верещагина [9]. По его данным при напряжении в 50 кВ и токе в 5 мкА возникает ветер, скорость которого достигала 3+10 м/с. Нами были проведены аналогичные эксперименты, которые подтвердили результаты Верещагина и установили следующие особенности этого явления: ветер создается униполярно, т. е. каждым электродом независимо от другого электрода. На электрод действует сила отдачи и он ускоряется в противоположном направлении. механизм ускорения проявляется только в неоднородном поле и уже при мощности разряда всего лишь в десятые доли Ватта, что свидетельствует о его высокой эффективности.

Конструкция торона удовлетворяет всем этим условиям. Мощности развиваемые разрядами в ядре торона будут достигать миллиардов Ватт. Соответственно следует ожидать и усиления ускорительного процесса молекул воздуха. Налицо поле высокой напряженности и высокой неоднородности выше и ниже экваториальной плоскости. Фактически это два независимо существующих полюса, которые будут создавать ветер в противоположных направлениях. В верхней части положительные ионы ускоряются вверх, а в нижней части отрицательные ионы будут гнать молекулы воздуха вниз. Торон работает как насос, который выбрасывает воздух вдоль вертикальной оси и всасывает в горизонтальной плоскости и создает радиально направленный горизонтальный ветер.

$$\frac{df}{dz} = \epsilon_0 E \frac{dE}{dz} = -\frac{dp}{dz} + \rho_1 \frac{\partial w_1}{\partial t} - \rho_2 \frac{\partial w_2}{\partial t} = \rho \frac{dv}{dt} \quad (7)$$

f – плотность вертикально направленных сил создаваемых электрическим полем торона; ρ_1 и ρ_2 – плотность воздуха в верхней и нижней части торона; ρ – плотность горизонтально ускоряемого воздуха; v – горизонтальная скорость воздуха; w_1 и w_2 – вертикальные скорости воздуха; z и r – координаты.

В результате возникнет два горизонтальных тороидальных вихря рис. 3.

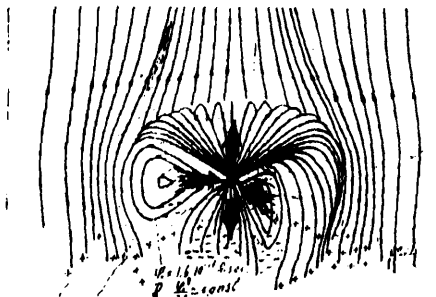


Рис. 3. Начальная фаза образования торнадо (стрелки показывают направление циркуляции воздуха).

Кариолисова сила, или любое случайное возмущение в радиальной скорости вызовет завихрение вокруг вертикальной оси, как это обычно наблюдается с жидкостью при переходе из радиального течения в осевую. В результате возникнет сложная спиральная циркуляция с горизонтально-вертикальными компонентами. Следует ожидать, что циркуляция ионов частично увлечет за собой торон. Появится спиральная компонента поля, торон будет скручиваться в гибко-пластичную трубу, состоящую из поля струнотрубок, ионов и нейтральных молекул. Этим можно объяснить особенности поведения воронки и разнообразные электрические разряды рис. 4.

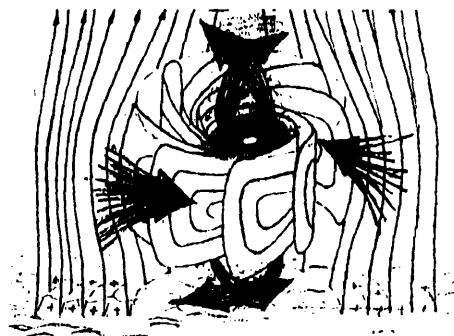


Рис. 4. Возможная структура полностью сформировавшегося торнадо.

Литература:

1. Д. В. Наливкин. Ураганы, бури и смерчи. Л., "Наука", 1969.
2. Д. В. Наливкин. Смерчи. М., "Наука", 1984.

3. Т. Фудзита. Материнское облако торнадо, наблюдавшегося 1 июня 1969 г в районе Фарго. Динамика кучевых облаков. М., "Мир", пер. с англ., 1964, с. с. 239 – 244.
4. T. S/ Kuhn. The Structure of Scientific Revolution/. The University of Chicago Press. Chicago. 1970. p. 256.
5. Г. Н. Берия. Вопросу о природе шаровой молнии. Georgian Engineering News, 1997, № 2. p. 15.
6. G. N. Berria. Ball Lightning – Outcome Peculiar Condition of Matter. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences. Volume 169, number 3, 2001, p. 463.
7. Дж. Чалмерс. Атмосферное электричество. Госметеиздат, Л., пер. с англ. 1974, стр. 420.
8. თ. სალუქვაძე, ზ. ხვედელიძე, ე. ხელაია. კონვექციური ღრუბლების რადიოლოკაცია. საქ. მეცნ. აკ. მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. LVII, გვ. 358.
9. И. П. Верещагин. Коронный разряд в аппаратах электронно-ионной технологии. Энергоатомиздат, М., 1985, стр. 234.

ტორნადოს ბუნების საკითხის შესახებ

გ. ბერია

რეზიუმე

ტორნადო ბუნების უძლიერესი და საიდუმლოებით მოცული მოვლენაა. მისი წარმოქმნის მექანიზმის ახსნის მიზნით დაშვებულ იქნა, რომ ატმოსფეროში არსებობს უცნობი ფაქტორი, რომელიც ჩვენ განვსაზღვრეთ როგორც გრიგალური ელექტრული ველის მიერ შექმნილი ტორისმაგვარი სტრუქტურა. ის შედგება ელექტრული ველის დაძაბულობის ნაკადის ქვანტებისაგან და იმყოფება წონასწორობის მდგომარეობაში ატმოსფერული ელექტროსტატიკური ველის პოტენციალურ "ტორნაში". ჩვენ მას ეუწოდეთ სახელი "ტორონი". ცენტრალურ ნაწილში მას აქვს შედარებით მკერძი ბირთვი, რომელიც ურთიერთმოქმედებს ჰაერთან და ალაგზნებს მძლავრ გრიგალურ მოძრაობას. მოდელი ხსნის ტორნადოს თვისებებს ხარისხობრივად და რაოდენობრივად.

To a question on a nature of a tornado

G. N. Berria

Abstract

Tornado - powerful and mysterious natural phenomenon. Is accepted, that in an atmosphere there is still to unknown science a factor, which we define as toroidal structure of an electric field of a whirlwind origin. It consists from is quantum of streams of an electric field and is in an equilibrium state in potential "sack" of an atmospheric electric field. We have termed it as the "Toron" name. In a central part it has a comparatively dense nucleus, which interacts with air and excites a powerful vortex motion.. The model explains properties of a tornado qualitatively and quantitatively.