

УДАРНЫЕ ВОЛНЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВАКУУМЕ

Кулаков Владимир Геннадьевич

SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: kulakovvlge@gmail.com

Основной вопрос, связанный с парадоксами в современной электродинамике, можно сформулировать так: что еще, кроме сопротивления среды, может ограничивать в вакууме скорость движения макроскопических тел и элементарных частиц?

Даже в самом глубоком космическом вакууме должна существовать некая материальная среда, через которую передаются физические взаимодействия. Доказательством существования подобной среды могло бы стать обнаружение в техническом вакууме электромагнитной ударной волны.

Однако в современной физике преобладает мнение, что в вакууме ударных волн быть в принципе не может, поэтому никаких экспериментов в данной области не проводилось.

Каким образом сформировался этот странный предрассудок?

Исследования ударных волн в техническом вакууме намертво заблокировал в середине XIX века Джеймс Максвелл всего одной двусмысленной фразой: «Равномерно движущееся заряженное тело энергии не излучает».

Данное высказывание Максвелла – из серии «бабушка надвое сказала»: то ли заряженное тело движется равномерно и не излучает энергии, то ли оно излучает и движется замедленно. Но физики всегда понимают его однозначно: электромагнитной ударной волны в вакууме быть не может. Также они не признают и возможности существования в вакууме гравитационных ударных волн – по аналогии.

Ударная волна – это распространяющийся по среде фронт резкого изменения параметров среды.

Если вспомнить историю, то можно отметить, что ударные волны всегда вызывали сильнейшее психологическое неприятие у теоретиков, так как физическое тело, создающее в процессе своего движения ударную волну, расходует на ее создание свою кинетическую энергию, что означает наличие сопротивления движению тела со стороны окружающей среды. Зависимость силы сопротивления среды от скорости движения тела обычно является нелинейной, что очень существенно усложняет математические вычисления.

Например, до изобретения пороха и появления артиллерии принято было аппроксимировать траекторию полета снаряда с помощью двух отрезков прямых линий и лежащей между ними дуги окружности. Эта модель, применявшаяся для катапульта, после появления в XIII веке пороховых пушек стала слишком неадекватной. Убедительно продемонстрировал непригодность старой модели итальянский изобретатель Никколо Тарталья, который в 1537 году провел серию экспериментов, позволивших ему построить реальную траекторию движения снаряда. Еще около двухсот лет, прошедших после указанной даты, военные инженеры потратили на то, чтобы доказать теоретикам, что другая примитивная модель, представляющая траекторию движения снаряда в форме параболы, также непригодна. Научной общественностью игнорировались даже работы Исаака Ньютона, посвященные сопротивлению воздуха. Только после того, как английский инженер-артиллерист Бенджамин Робинс разработал в 1740 году метод для определения начальной скорости снаряда, начались экспериментальные исследования зависимости силы сопротивления воздуха от скорости движения физических тел и их формы.

Возможность же существования ударной воздушной волны окончательно признана была только после того, как в 1888 году Эрнст Мах опубликовал результаты своих исследований с фотографиями волн, создаваемых в воздухе пулями, движущимися со сверхзвуковой скоростью (рисунок 1).

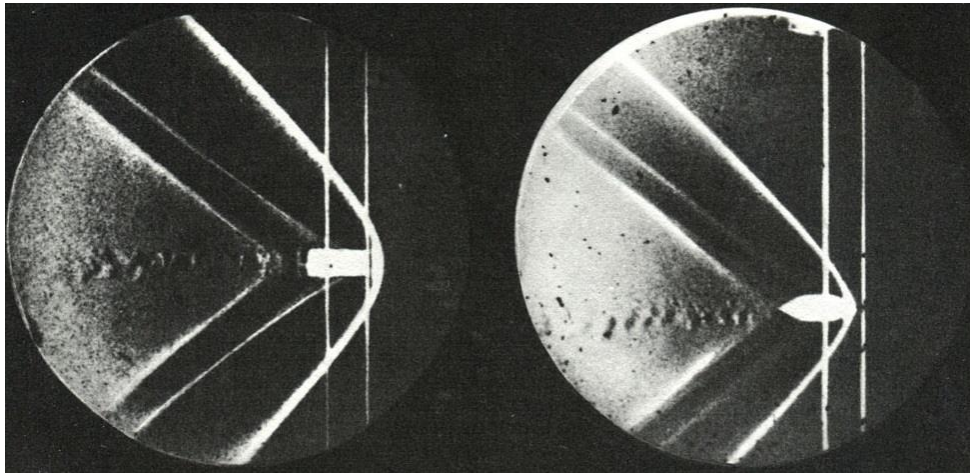


Рисунок 1. Фотографии ударных волн, создаваемых в воздухе пулями, движущимися со сверхзвуковой скоростью

Следует отметить, что обычно в литературе упоминают только головную ударную волну, создаваемую пулей или снарядом, а на сделанных Махом фотографиях четко видны три волны: более мощная головная и две слабые хвостовые.

С таким же сильным неприятием теоретики сейчас относятся к возможности существования ударных волн в вакууме.

Когда в конце XIX века было доказано существование электромагнитных волн, тем самым было также доказано, что даже космический вакуум не может считаться совершенно пустым, а заполнен некоторой средой: волны в пустоте невозможны.

Джеймс Максвелл, разработавший систему уравнений, описывающих электромагнитное поле, был непоследователен в своих взглядах: он предсказал существование электромагнитных волн (колебаний), но не допускал при этом возможности существования в вакууме ударных электромагнитных волн.

Лично я не согласен с Максвеллом и считаю, что ударные волны в техническом вакууме могут существовать.

Допустим, что пучковая пушка в космосе стреляет по мишени пучком заряженных частиц. При этом получается не «луч», а «отрезок», который имеет

начало и конец, как показано на рисунке 2. Скорость движения частиц в этом пучке близка к скорости света в вакууме.

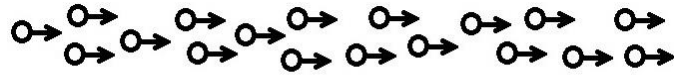


Рисунок 2. Схематичное изображение пучка, выстреливаемого пушкой

С точки зрения Максвелла (и Специальной Теории Относительности Эйнштейна) такой пучок энергию в процессе движения терять не должен. А на практике кто-нибудь пытался зарегистрировать конусообразные электромагнитные волны, которые может создавать пучок в окружающем его пространстве (по аналогии с воздушными ударными волнами, создаваемыми пулями и снарядами)?

Задача получается уже не абстрактная, а инженерная, радиотехническая. Представим, что такой пучок с околосветовой скоростью проносится мимо области пространства, в которой размещено радиоприемное устройство (рисунок 3). Напряженность магнитного поля в этой области сначала нарастает, потом снижается: и что, приемник на это никак не среагирует?

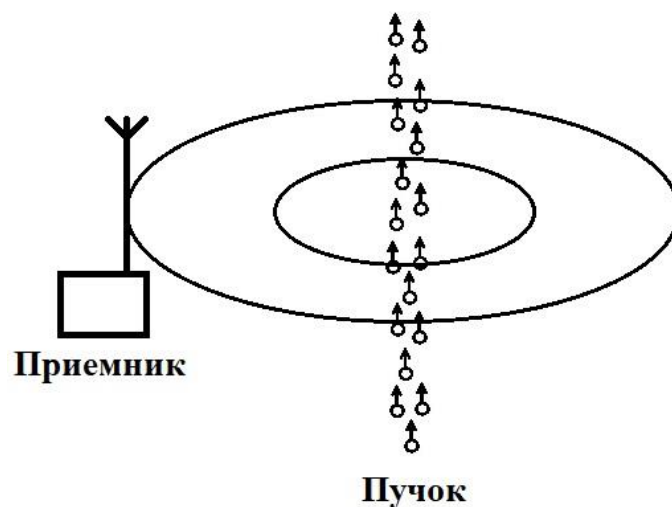


Рисунок 3. Магнитное поле пучка воздействует на антенну приемника

Если у приемного устройства есть хоть какой-то колебательный контур, то должно наблюдаться типичное импульсное воздействие на него. Затухающие колебания в контуре в таком случае должны будут возникать дважды: во время нарастания напряженности магнитного поля и во время ее уменьшения. Таким образом, если мои рассуждения правильны, пучок должен порождать две конусообразные электромагнитные волны – головную и хвостовую (рисунок 4).

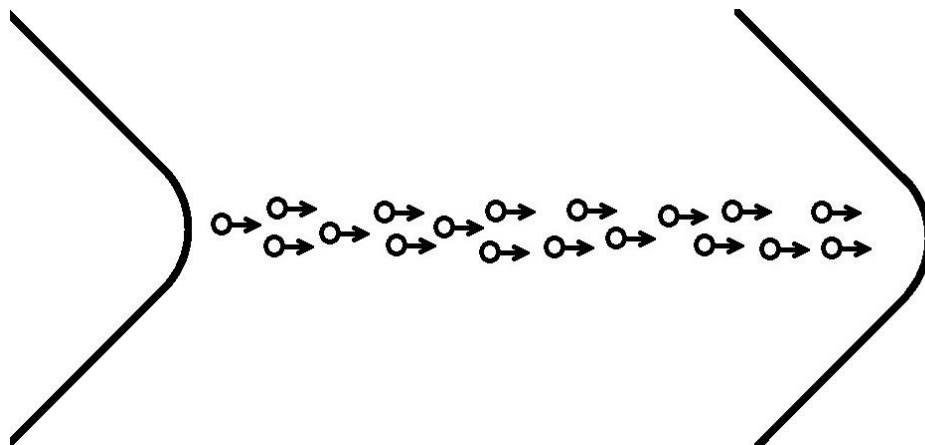


Рисунок 4. Головная и хвостовая конусообразные волны, которые должен породить движущийся в вакууме пучок заряженных частиц

Ударная волна уносит с собой часть энергии пучка в окружающее пространство, то есть «нагревает» среду, через которую распространяются электромагнитные волны. Или все, или же некоторые частицы в пучке теряют при этом часть своей кинетической энергии, и их скорость движения снижается. Следовательно, будет иметь место некоторое сопротивление движению элементарных частиц даже в вакууме.

Зарегистрировать электромагнитные ударные волны, создаваемые в вакууме сгустками частиц или отдельными заряженными частицами, не позволяют даже самые современные технические средства: слишком мала величина движущегося заряда.

Если частица теряет скорость за счет излучения электромагнитной ударной волны, то она сама по себе фотонов не излучает. Воздействовать в окружающем пространстве такой волне не на что: в отличие от ситуации с черенковским излучением, вокруг движущейся частицы нет атомов вещества, которые могли бы испускать фотоны.

Поэтому вместо того, чтобы стремиться обнаружить саму ударную волну, можно попытаться зарегистрировать потери кинетической энергии частиц на создание этой волны: будет ли снижаться энергия и скорость движения частиц по мере удаления «мишени» (датчика) от «пушки» (ускорителя частиц)?

К сожалению, проблемой ударных волн в вакууме никто в целом мире всерьез не занимался: ученые слепо верят утверждению Максвелла. Соответственно, совершенно неизвестны значения ряда параметров, которые необходимы для планирования эксперимента.

Например, если для проверки гипотезы об ударной волне использовать ускоренные элементарные частицы, то какую скорость движения нужно обеспечить? Достаточно будет 0,1 от скорости света или потребуется 0,9999?

На каком минимальном расстоянии потеря энергии частицей или ядром атома будет поддаваться обнаружению современными техническими средствами? Метрами это расстояние измеряется, километрами или тысячами километров? Какая максимальная дальность в вакууме будет у пучковых пушек, если нужно не уничтожить мишень, а только попасть в нее?

С учетом того, что масса тела может увеличиваться по мере его разгона, задача выбора скорости становится оптимизационной: какой должна быть оптимальная начальная скорость движения частиц в подобных экспериментах? При слишком низкой скорости движения частиц потери энергии на создание волны будут пренебрежимо малы, и при слишком высокой – тоже.

Обнаружение существования в вакууме ударной электромагнитной волны будет означать, что заряженные и незаряженные тела (а также намагниченные и не намагниченные) не являются равноправными с точки зрения величины силы сопротивления, которую имеющаяся в вакууме среда оказывает их движению:

для заряженных тел сопротивление при прочих равных условиях будет сильнее, чем для незаряженных.

Список использованной литературы

1. Кулаков В. Г. О возможном способе экспериментальной проверки наличия сопротивления движению заряженных тел со стороны среды, в которой распространяются электромагнитные волны // Символ науки. 2017. №3, ч. 3. С. 32-34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vozmozhnom-sposobe-eksperimentalnoy-proverki-nalichiya-soprotivleniya-dvizheniyu-zaryazhennyh-tel-so-storony-sredy-v-kotoroy>.
2. Кулаков В. Г. О сопротивлении движению физических тел со стороны среды, в которой распространяются электромагнитные волны // Символ науки. 2018. №4. С. 8-11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-soprotivlenii-dvizheniyu-fizicheskikh-tel-so-storony-sredy-v-kotoroy-rasprostranyayutsya-elektromagnitnye-volny>.
3. Кулаков В. Г. О предвзятом отношении физиков к электромагнитной ударной волне. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200206120308.pdf> (дата обращения: 06.02.2020).
4. Кулаков В.Г. Проблема сопротивления движению в вакууме. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/221207120149.pdf> (дата обращения: 07.12.2022).