

ПУШКА ГАУССА – ОРУЖИЕ ИЛИ ИГРУШКА?

Бекетов К.С.

с. Святославка, МБОУ «СОШ с. Святославка Самойловского района Саратовской области», 9 класс

Научный руководитель: Мезина О.А., с. Святославка, учитель физики и информатики, МБОУ «СОШ с. Святославка Самойловского района Саратовской области»

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте II Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/2017/11/26807>.

Мой интерес к реконструкции пушки Гаусса вызван простотой сборки и доступностью материалов, простота в использовании с одной стороны и большая энергозатратность с другой, что и определило основную **проблему исследования**. Недостаточно изучен спектр применения электромагнитного ускорителя в повседневной жизни. Создать модель ускорителя масс, на основе анализа экспериментальных данных выяснить, где можно использовать пушку Гаусса, в каких сферах жизнедеятельности человека.

Данные противоречия актуализировали и обусловили выбор **темы** исследования: «Пушка Гаусса-оружие или игрушка?».

Почему я выбрал эту тему? Я заинтересовался устройством пушки и решил создать модель такой пушки Гаусса, т.е. любительскую установку. Её можно использовать как игрушку. Но, создавая модель, я стал задумываться, где же ещё можно применять пушку Гаусса и как сконструировать более мощную пушку, что же для этого нужно?! Как можно увеличить бегущее электромагнитное поле?

Цель работы: Создать и исследовать различные варианты конструкций пушки Гаусса при изменении физических параметров частей пушки.

Задачи исследования:

1. Создать действующую модель пушки Гаусса для демонстрации на уроках физики явления электромагнитной индукции.

2. Исследовать эффективность работы пушки Гаусса от ёмкости конденсатора и индуктивности соленоида.

3. На основе результатов исследования предложить новые области применения пушки в сфере жизнеобеспечения человека.

Предмет исследования – явление электромагнитной индукции.

Объект исследования – модель Пушка Гаусса.

Методы исследования:

1. Анализ научной литературы.
2. Материальное моделирование, конструирование.
3. Экспериментальные методы исследования
4. Анализ, обобщение, дедукция, индукция.

Практическая значимость: Данный прибор можно использовать для демонстрации на уроках физики, что будет способствовать лучшему усвоению учащимися данных физических явлений.

Пушка Гаусса (англ. *Gaussgun, Coilgun, Gausscannon*) – одна из разновидностей электромагнитного ускорителя масс.

Названа по имени немецкого учёного Карла Гаусса, заложившего основы математической теории электромагнетизма. Следует иметь в виду, что этот метод ускорения масс используется в основном в любительских установках, так как не является достаточно эффективным для практической реализации. По своему принципу работы (создание бегущего магнитного поля) сходна с устройством, известным как линейный двигатель.

Принцип действия пушки Гаусса

Пушка Гаусса состоит из соленоида, внутри которого находится ствол (как правило, из диэлектрика). В один из концов ствола вставляется снаряд (сделанный из ферромагнетика). При протекании электрического тока в соленоиде возникает магнитное поле, которое разгоняет снаряд, «втягивая» его внутрь соленоида. На концах снаряда при этом образуются полюса, ориентированные согласно полюсам катушки, из-за чего после прохода центра соленоида снаряд притягивается в обратном направлении, то есть тормозится. В любительских схемах иногда в качестве снаряда используют постоянный магнит так как с возникающей при этом ЭДС индукции легче бороться. Такой же эффект возникает при использовании ферромагнетиков, но выражен он не так ярко благодаря тому что снаряд легко перемагничивается (коэрцитивная сила).

Для наибольшего эффекта импульс тока в соленоиде должен быть кратковременным и мощным. Как правило, для получения такого импульса используются электролитические конденсаторы с высоким рабочим напряжением.

Параметры ускоряющих катушек, снаряда и конденсаторов должны быть согласованы таким образом, чтобы при выстреле к моменту подлета снаряда к соленоиду индукция магнитного поля в соленоиде была максимальна, но при дальнейшем приближении снаряда резко падала. Стоит заметить, что возможны разные алгоритмы работы ускоряющих катушек.

Создание и отладка работы Пушки Гаусса

Простейшие конструкции могут быть собраны из подручных материалов даже при школьных знаниях физики.

Начнем сборку пушки с соленоида (катушка индуктивности без сердечника). Стволом катушки является кусок пластиковой соломинки длиной 40 см. Аккуратно наматываем на нее медный провод, виток к витку, - от качества сборки будет зависеть дальность стрельбы нашего орудия. Всего надо намотать 9 слоев. На практике я установил, что лучше два слоя обмотки возбуждения намотать проводником в полихлорвиниловой изоляции, которая в этом случае не должна быть слишком толстой (диаметром не более 1,5 мм). Затем можно все разобрать, снять шайбы и надеть катушку на стержень от фломастера, который будет служить стволом. Готовую катушку легко проверить, подключив ее к 9-вольтовой батарее: она действует как электромагнит. Параметры обмотки, снаряда и конденсаторов должны быть согласованы таким образом, чтобы при выстреле к моменту подлета снаряда к середине обмотки ток в последней уже успевал бы уменьшиться до минимального значения, то есть заряд конденсаторов был бы уже полностью израсходован. В таком случае КПД одноступенчатой пушки Гаусса будет максимальным. Далее выполняем сборку электрической цепи, закрепляем ее элементы на неподвижной подставке. Можно пушке придать форму пистолета, поместив детали цепи в корпус пластиковой детской игрушки. Но я поместил цепь в корпус картонной коробки.

В соответствии с описанной технологией я создал две действующие модели. Я проводил параллельный эксперимент, соответственно изменяя систему конденсаторов (во второй модели несколько конденсаторов, в первой – один), количество витков соленоида, различные типы соединения участков цепи.

При исследовании пушки, я пришёл к выводу, что материалы для сборки установки доступны; в мире очень много литературы, которая помогает понять принципы работы пушки и различные способы ее сборки. Но при применении пушки возникает проблема ее использования, что в современном мире пушка может быть использована только в военных и космических интересах, т.к. очень сложно просчитать поведение катушки при применении моделей в других отраслях жизнедеятельности человека.

Я выяснил, что теоретически возможно применение пушек Гаусса для запуска лёгких спутников на орбиту. Основное применение – любительские установки, демонстрация свойств ферромагнетиков. Также достаточно активно используется в качестве детской игрушки или развивающей технической творчество самодельной установки (простота и относительная безопасность).

Однако, несмотря на кажущуюся простоту пушки Гаусса, использование её в качестве оружия сопряжено с серьёзными трудностями, главное из которых: большие затраты энергии.

Первая и основная трудность – низкий КПД установки. Лишь 1-7% заряда конденсаторов переходят в кинетическую энергию снаряда. Отчасти этот недостаток можно компенсировать использованием многоступенчатой системы разгона снаряда, но в любом случае КПД редко достигает 27%. В основном в любительских установках энергия, запасенная в виде магнитного поля, никак не используется, а является причиной использования мощных ключей для размыкания катушки (правило Ленца).

Вторая трудность – большой расход энергии (из-за низкого КПД).

Третья трудность (следует из первых двух) – большой вес и габариты установки при её низкой эффективности.

Четвёртая трудность – достаточно длительное время накопительной перезарядки конденсаторов, что заставляет вместе с пушкой Гаусса носить и источник питания (как правило, мощную аккумуляторную батарею), а также высокая их стоимость. Можно, теоретически, увеличить эффективность, если использовать сверхпроводящие соленоиды, однако это требует мощной системы охлаждения, что принесит дополнительные проблемы, и серьёзно влияет на область применения установки. Или же использовать заменяемые батареи конденсаторы.

Пятая трудность – с увеличением скорости снаряда время действия магнитного поля, за время полёта снарядом соленоид

да, существенно сокращается, что приводит к необходимости не только заблаговременно включать каждую следующую катушку многоступенчатой системы, но и увеличивать мощность её поля пропорционально сокращению этого времени. Обычно этот недостаток сразу обходится вниманием, так как большинство самодельных систем имеет или малое число катушек, или недостаточную скорость пули.

В условиях водной среды применение пушки без защитного кожуха также серьезно ограничено – дистанционной индукции тока достаточно, чтобы раствор солей диссоциировал на кожухе с образованием агрессивных (растворяющих) сред, что требует дополнительного магнитного экранирования.

Таким образом, на сегодняшний день у пушки Гаусса нет перспектив в качестве оружия, так как она значительно уступает другим видам стрелкового оружия, работающего на других принципах. Теоретически, перспективы, конечно, возможны, если будут созданы компактные и мощные ис-

точники электрического тока и высокотемпературные сверхпроводники (200–300К). Однако, установка, подобная пушке Гаусса, может использоваться в космическом пространстве, так как в условиях вакуума и невесомости многие недостатки подобных установок нивелируются. В частности, в военных программах СССР и США рассматривалась возможность использования установок, подобных пушке Гаусса, на орбитальных спутниках для поражения других космических аппаратов (снарядами с большим количеством мелких поражающих деталей), или объектов на земной поверхности.

Испытания гаусс-пушки дали цифру в 27% КПД. То есть, по мнению специалистов выстрел из гаусса проигрывает даже китайской пневматике. Перезарядка медленная – про скорострельность не может быть и речи. И самая большая проблема – нет мощных, мобильных источников энергии. И пока эти источники не будут найдены – про вооружения гаусс-пушками можно забыть.