

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ПУШКА

Пушка Гаусса — 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.

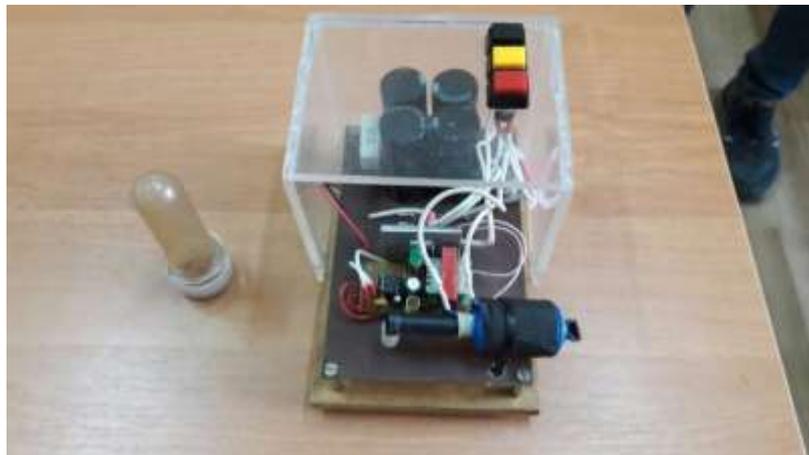


Рис.14. Пушка Гаусса.

5.1. Описание конструкции

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 электромагнитное 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 большой ёмкости и 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.

5.2. Применение

Теоретически возможно применение пушек Гаусса для запуска лёгких спутников на орбиту, так как при стационарном использовании есть возможность иметь большой источник энергии. 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).

5.3. Преимущества и недостатки

Пушка Гаусса в качестве оружия обладает преимуществами, которыми не обладают другие виды стрелкового оружия. Это отсутствие гильз и неограниченность в выборе начальной скорости и энергии боеприпаса, возможность бесшумного выстрела (если скорость достаточно обтекаемого снаряда не превышает скорости звука) в том числе без смены ствола и боеприпаса, относительно малая отдача (равная импульсу вылетевшего снаряда, нет дополнительного импульса от пороховых газов или движущихся частей), теоретически, большая надёжность и, в теории, износостойкость, а также возможность работы в любых условиях, в том числе в космическом пространстве.

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, запасённая 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.

5.4. Расчетная часть для измерения параметров работы пушки Гаусса

Кинетическая энергия снаряда:

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad (5.1)$$

Где m — масса снаряда, а v — его скорость.

Энергия, запасаемая в конденсаторе:

$$E = \frac{CU^2}{2} \quad (5.2)$$

Где C — напряжение конденсатора, а U — ёмкость конденсатора.

Время разряда конденсаторов (время, за которое конденсатор полностью разряжается):

$$T = \frac{\pi\sqrt{LC}}{2} \quad (5.3)$$

Где L — индуктивность, а C — ёмкость.

Время работы катушки индуктивности (время, за которое ЭДС катушки индуктивности возрастает до максимального значения и полностью падает до 0):

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (5.4)$$

Где L — индуктивность, а C — ёмкость.