

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ ГАУССА

А.С. Золкин, И.В. Черепков

Научный руководитель к.ф.-м.н., доцент А.С. Золкин  
Новосибирский национальный исследовательский государственный Университет  
Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, 630090  
E-mail: [west\\_hammer@mail.ru](mailto:west_hammer@mail.ru)

Электромагнитная пушка позволяет получить большой импульс на маленьком участке ускорения тела. Это может быть использовано для выполнения различных технологических операций. Например, ударное прессование, клеймение, разрушение строительных материалов при производстве монтажных работ [1,2]. Электромагнитные ускорители масс могут быть использованы для исследования прочностных характеристик материалов, в решении задач аэродинамики тел различной формы. Есть перспектива использования электромагнитной пушки в качестве травматического оружия с набором свойств, которых невозможно достичь другими методами.

Объект исследования – электромагнитная пушка, которая состоит из трёх частей: ствол с катушками индуктивности, конденсаторная батарея и источник постоянного тока с напряжением более 500 вольт. Источником питания конденсаторы заряжаются до необходимого напряжения, затем через тиристор замыкаются на катушку индуктивности, и в ней создаётся магнитное поле, которое и ускоряет ферромагнитный сердечник, пока его центр не долетит до середины катушки. Если пуля перелетает середину катушки до того как закончится импульс тока, то на неё начинает действовать тормозящая сила, понижающая КПД устройства. Следовательно, важно найти оптимальное начальное положение пули.

Основные характеристики пушки гаусса - скорость вылета, масса, импульс, энергия пули и общий КПД системы. Эти характеристики зависят от электрических и геометрических параметров устройства. Важную роль играет геометрия и материал катушек индуктивности, геометрия сердечника, электроёмкость конденсатора, рабочее напряжение, начальная скорость пули.

Как правило, магнитные ускорители масс имеют КПД не более 1%. Поэтому достаточной для использования в качестве оружия (с энергией порядка 300 джоулей) обладают только большие стационарные пушки, общей массой от 50 килограмм, что делает их несостоятельными в качестве ручного вооружения [5].

Цель работы разработать лёгкую и эффективную пушку гаусса с высоким КПД. Техническим результатом является увеличение эффективности преобразования подведенной электромагнитной энергии в кинетическую.

В рамках обозначенной цели решены следующие задачи: создана конструкция из трёх катушек с общим КПД ствола более 10% и оптической синхронизацией, исследованы параметры алюминиевых индуктивностей. В результате разработана методика настройки пушки гаусса.

Данная работа имеет следующие признаки новизны, отличающие её от известных [3,4]: 1 - определён диаметр провода, для обмотки 1.4мм. Это решение позволяет получить короткий импульс за счёт уменьшения индуктивности и активного сопротивления; 2 - в качестве материала обмотки выбран алюминий. Это уменьшает вес катушки более чем в 3 раза, увеличивая электрическое сопротивление всего в 1.5 раза. 3- особенность новой конструкции в том, что в ней используются тяжелые снаряды (пули) массой до 47 граммов. В результате, импульс выстрела 1.5 Н\*м/сек сравним с импульсом лёгкого стрелкового огнестрельного оружия (Пистолет Макарова).

Интересно, что КПД выстрела зависит ещё и от температуры сердечника (пули) что показано в Таблице 1. В последней строке приведены результаты выстрела пулей охлаждённой жидким азотом.

**В результате** проведённого исследования разработаны двухступенчатая и трёхступенчатая пушки Гаусса с оптической синхронизацией. Исследовано влияние расстояния между сердечником и катушкой, длины сердечника, напряжения на скорость и определён КПД системы. Проведены расчёты для крупных катушек, с напряжением конденсатора до 400 вольт. Зависимость КПД от расстояния описывается кривыми похожими на кривую из Рис. 1.



Рис.1. Зависимость КПД 1 секции алюминиевой катушки от начального положения снаряда относительно катушки

Из Рис. 1 видно, как важно правильно подобрать начальное положение пули, без такой предварительной настройки пуля может полететь даже в обратном направлении.

Таблица 1 - Желтый пункт(предпоследний) – оптимальный выстрел при комнатной температуре. Синий пункт(последний) – выстрел охлажденной пулей,  $x$  – начальное положение пули относительно катушки

$x$ , мм	$V$ , м/с	$\sigma V$	$\eta$ , %	$\sigma \eta$
23	0		0%	
18	14,8	0,7	3,9%	0,01%
13	14,8	0,7	3,8%	0,01%
8	3,4	0,2	0,2%	0,01%
16	15,6	0,8	4,3%	0,02%
16	16,9	0,8	4,8%	0,02%

**Выводы.** Найден оптимальные электрические ёмкости и длина снаряда (пули). Скорость пули и КПД ствола с тремя секциями составили 32,5м/с и 11% соответственно. Дульная энергия такой пушки более 24 джоулей.

Работа выполнена по Проекту «Развитие учебно-научного практикума «Лаборатория экспериментальной физики ФФ НГУ» в рамках Программы САЕ НГУ-2017: «Нелинейная фотоника и квантовые технологии».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электромагнитный пробойник. Патент России: su 20001262
2. <https://edrid.ru/rid/216.012.a901.html>
3. Патент России №2267074. Электромагнитный ускоритель метаемого тела. МПК: F41B 6/00.
4. Патент России №2258885. Электромагнитный ускоритель с вращением снаряда. МПК: F41B 6/00.
5. <http://gauss2k.narod.ru/weapon1.html>