

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ МАСС ГАУССА

*Учащийся группы 40В26 Белугин Н.Ю.,
преподаватель Цепелев Д. В.*

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»

Введение. Электромагнитный ускоритель масс Гаусса относится к почти не исследованному классу электромагнитного оружия. Начальные опыты в создании и изобретение относится к 19 веку, но отсутствие сильно развитых технологий приостановило исследование в данной области, основном в области накопления заряда. Благодаря современным исследованиям в ближайшем будущем возможно появление электромагнитных установок в военной промышленности и в области транспорта. Основная идея создания пришла в голову немецкому математику Карлу Фридриху Гауссу.

Цель работы: Собрать рабочий макет электромагнитного ускорителя масс Гаусса.

Задачи работы: провести испытания рабочего макета установки; высчитать КПД, другие параметры и характеристики установки; оценить сложность производства установки; Оценить сферы возможного применения установки.

Основная часть. Электромагнитные пушки – установки, предназначенные для ускорения предметов с помощью электромагнитных полей. Их второе название - электромагнитные ускорители масс.

Существует три вида электромагнитных ускорителей масс: ускоритель масс Гаусса, рельсотрон, электромагнитная пушка Томпсона. Структурно эти виды не сильно различаются. Основное различие в разгонном модуле. Ускоритель Гаусса и Томпсона имеет максимальный КПД, среди всех этих установок ведь в них используются соленоиды в отличии от Рельсотрона. В Рельсотроне используются два рельса по которым движется снаряд.

Принцип работы - создание бегущего магнитного поля, используя для этого сборку из конденсаторов и соленоиды. В качестве ключа используется сборка из двух параллельно соединенных тиристоров 40TPS12. Максимальный ток коммутации каждого из тиристоров 55А, напряжение 1200В, пиковый соединяемый ток 550А, у каждого. Проведя некоторые расчеты используя характеристики используемых компонентов, получились данные параметры установки: 1) Суммарная емкость конденсаторной батареи была высчитана по данной формуле $C_{\text{общ}} = C_1 + C_2$, 2) С

у Тактовая частота импульсного преобразователя взята $f=44\text{кГц}$ с коэффициентом выполнения 46%. Данный сигнал прямоугольной формы генерирует драйвер UC3843. Arduino Uno с чипом Atmega 328pu управляет затворами тиристоров, зарядкой конденсаторов, подсчитывает скорость и кинетическую энергию при выстреле.

р
н
а
я

Таблица 1-Повышающие преобразователи и их характеристики.

	Без трансформаторный	Однотактный трансформаторный	Двухтактный трансформаторный
КПД	84 %	80%	80%
Время зарядки, сек. (200В 600мкФ)	20	2-3	15
Выходная мощность, Вт (200В)	0,8	60	15

При разработке проекта были собраны и протестированы несколько видов преобразователей постоянного напряжения.

Преобразователь, основанный на индукционных выбросах, которые не совпадают с направлением протекания тока. Далее проходят через диод с высокой скоростью восстановления р-п перехода, что повышает напряжение на конденсаторе.

Двухтактный преобразователь на трансформаторе со средней точкой. Принцип работы очень прост – генератор, создает на своих выходах импульсный сигнал. Оба выхода подключены к двум независимым плечам, которые и раскачивают трансформатор.

Однотактный импульсный преобразователь – именно на этой схеме я остановился в своем проекте. Схема значительно больше пред идущих, но из-за использования SMD компонентов, микросхем в корпусе SOP-8 удалось смонтировать все мелкие компоненты на нижней стороне платы. Из-за присутствия только одного плеча используется только один транзистор. У микросхемы вывод с генератора имеет возможность отдавать ток $I_{max} = 350\text{mA}$, это дает возможность не усложнять схему добавлением комплементарной пары транзисторов для увеличения выходного тока. Использование двух операционных усилителей в одном корпусе тоже дало возможность уменьшить конечные размеры платы. Операционный усилитель «А» осуществляет обратную связь по напряжению через делитель напряжения, изменяя частоту выходного сигнала и его скважность. ОУ «В» следя за падением напряжения на низкоомном шунте R_{26} - осуществляет защиту от КЗ в обеих цепях, прерывая выходной сигнал генератора. Сигнал прерывается из-за отключения конденсатора C_6 от земли - тем самым, не давая ему заряжаться и разряжаться, генерируя при этом

задержку между импульсами на выходной ВВХ. Остальные компоненты нужны для работы драйвера UC3843A. Цепь в левом нижнем углу осуществляет возврат в нормальное состояние схемы защиты от КЗ.

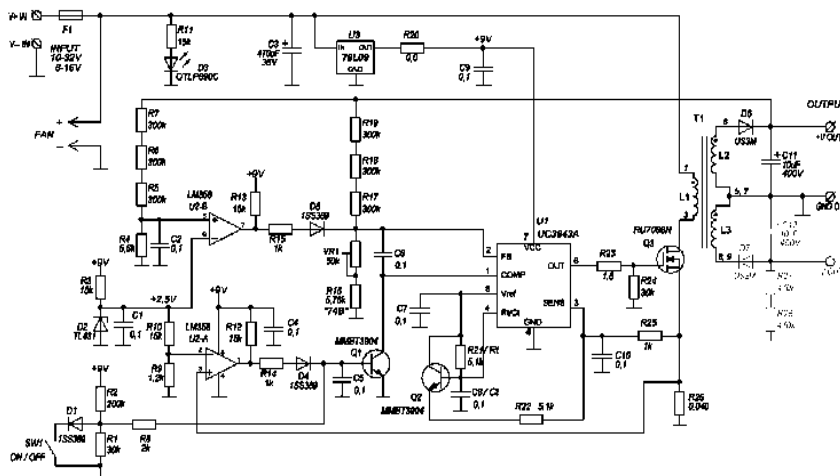


Рисунок 1 – Схема повышающего преобразователя

Основные расчеты установки проводились в программе Femm 42. Данная программа высчитывает такие значения как: скорость полета снаряда, ее энергию, энергию конденсаторов, а также примерные значения (тока, напряжения, скорости полета, силы, и позицию тела в стволе) во все моменты времени проведения выстрела. Программа считает очень долго из-за большого количества значений, которые получим на выходе.

Таблица 2 – Основные параметры ускорителя масс.

600	мкФ, Емкость конденсаторов	35	мм, Длина катушки
200	В, Напряжение конденсаторов	30	мм, Внешний диаметр
0,008	Ом, Сопротивление ключа	30-40	мм, Длина снаряда
0,7	мм, Диаметр провода без изоляции	5	мм, Диаметр снаряда
2-4	г, Вес снаряда	50	мм, Расстояние между датчиками

В процессе исследований ускорителя, я понял, что КПД очень сильно зависит от начального положения разгоняемого тела относительно катушки. Эти данные представлены в таблице.

КПД установки получился разный, в среднем он равен

$$\eta = \frac{W_{\text{ВЫХ}}}{W_{\text{ВХ}}} = \frac{0.4 + 1.5 + 2.6}{3} * 100\% = 1.5\%$$

Таблица 3 – Зависимость выходных параметров установки от положения разгоняемого тела.

Длина, мм	Масса, г	Начальное положение, мм	КПД %	Скорость м/с	Энергия Дж
30	2	-5	-	-	-
		0	0.2	5	0.03
		+5	1.4	13	0.17
		+10	2.5	17	0.3
35	3	-5	-	-	-
		0	0.05	2	0.01
		+5	1	9	0.12
		+10	2.5	14	0.3
40	4	-5	-	-	-
		0	0.4	6	0.05
		+5	1.5	11	0.18
		+10	2.6	14	0.31

Просмотрев данные таблицы, можно сделать вывод о том, что КПД установки (1.5%) весьма мал для современного прогресса, но среди ускорителей масс этого типа разгона – весьма неплохо. Максимальная скорость пули $V=17$ м/с, что равняется 61.2 км/ч. После расчетов результаты вычислений были систематизированы и представлены в графиках.

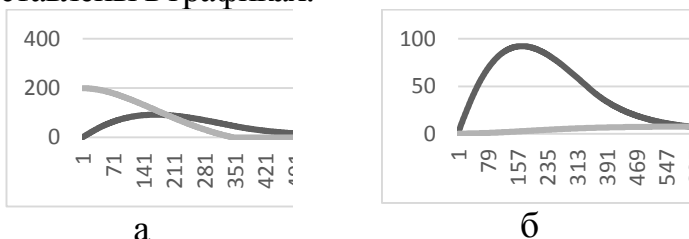


Рисунок 2 – а) График зависимости тока и напряжения от времени (— - сила тока (А), — - напряжение (В)); б) График зависимости тока и скорости от времени (— - сила тока (А), — - скорость (м/с)).

На графиках видно, что основной прирост в скорости происходит после полной разрядки конденсаторов, а также - максимальный ток получается при половинном заряде конденсаторов.

Также можно наблюдать основные особенности этих двух радиоэлементов (L, C), доказывающие то, что оба они реактивные элементы. Ведь значения тока и напряжения не могут изменяться мгновенно.

Заключение. В сравнении с иными видами электромагнитных ускорителей масс, пушка Гаусса обладает наибольшим превосходством перед остальными: она наиболее проста в изготовлении и имеет более высокий КПД, чем у пушки Томпсона. После сборки рабочего макета были проведены испытания с различными стальными стержнями различных длин и масс. Опытным путем были измерены значения КПД скорости движения стержня и энергия. При помещении стержня ближе к центру катушки с большей массой и длинной – мы получили наибольшее значение КПД

(2.6%). Для увеличения скорости необходимо использовать стержень с наименьшей длиной и массой. При наименьших показателях стержня было получено максимальное значение скорости (17 м/с). Пушка Гаусса, не смотря на свою простоту имеет большие возможности для доработок и модификаций. Для увеличения показателя КПД необходимо: использовать более высокое напряжение, расположить стальной стержень ближе к центру катушки, а также использовать ключи, которые можно и открыть, и закрыть. Данная установка может быть использоваться в сферах транспорт, в вооружении, научных целях - БАК (Большой адронный коллайдер).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаусс, К.Ф. Сборник статей под ред. Виноградова / К.Ф. Гаусс – М. : АН, 1956. – 71 – 96 с.
2. Википедия, свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / Пушка Гаусса - <https://ru.wikipedia.org>
3. Лоторейчук, Е.А. Теоретические основы электротехники / Е.А. Лоторейчук – М. :МФ, 2008 – 260с.
4. РИА Новости [Электронный ресурс] / Принцип работы БАК - <https://ria.ru/20110323/357032773.html>
5. Видео портал [Электронный ресурс] / Как сделать Гаусс пушку своими руками - <https://www.youtube.com/watch?v=gpOChaI2bnM&t>

УДК 621

РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ НАЛИЧИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ (ПРОПАН, МЕТАН, Н-БУТАН), ДЫМА (ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ ГОРЕНИЯ) И ВОДОРОДА

*Учащийся группы ЗК Ивлиев А.И.,
преподаватели Смирнова Е.Ю., Мальцев К.В.
ГПБ ОУ «Тверской политехнический колледж»*

Введение. Любой газ –это токсическое химическое вещество, которое вызывает интоксикацию организма и поражение внутренних органов и систем.

Поэтому чтобы обеспечить себе безопасность и не подвергать себя и жизни окружающих людей угрозе, необходимо вовремя его обнаружить. Но порог чувствительности людей – это субъективная реакция человеческого тела на воздействие травмирующих факторов. Индивидуальное восприятие наличия газа настолько же уникально, как и сам человек. И поэтому незаметно газ приводит к отравлению. Чтобы этого избежать и запеленговать начинающиеся небольшие концентрации газа в воздухе и используют датчики наличия газа.