

**Региональная открытая конференция по научно-техническому
творчеству школьников «Лабиринты науки»**

Создание прототипа рельсотрона

Автор:

Лобанов Виктор Романович
ученик 9 «Н» класса
ГООУ ЯО «Лицей № 86»

Научный руководитель:

Евгений Михайлович
учитель физики
ГООУ ЯО «Лицей № 86»

Ярославль, 2025

Оглавление

Основная часть.....	3
1. Введение.....	3
2. Теоретическая часть по рельсотрону.....	5
3. Возможности. Применение. Плюсы и минусы.....	6
3. Достоинства плюсы и минусы.....	7
4.Существующие модели.....	9
4. Конструирование и сборка.....	11
4.1 Проектирование.....	11
4.2 Изготовление.....	11
5. Заключение.....	13
5.1Проведение тестов.....	13
Список используемых источников и литературы.....	
Приложение.....	

Введение

Рельсотрон — электромагнитный ускоритель масс, разгоняющий токопроводящий снаряд вдоль двух металлических направляющих с помощью силы Ампера.

Хотя первые прототипы были созданы ещё в прошлом веке, именно в последние десятилетия его стали активно изучать и применять на практике. Технология кажется футуристичной, однако, над ней уже работают учёные из разных стран. Например, в России, в Шатурском филиале Объединённого института высоких температур РАН были проведены испытания рельсотрона, где удалось добиться скорости 3,2 км/с.

В Америке компания General Atomic в 2024 году предоставила отчёт для ВВС США, в котором предлагала использовать адаптированную технологию для создания лунного магнитного доставщика. (рис. 1)

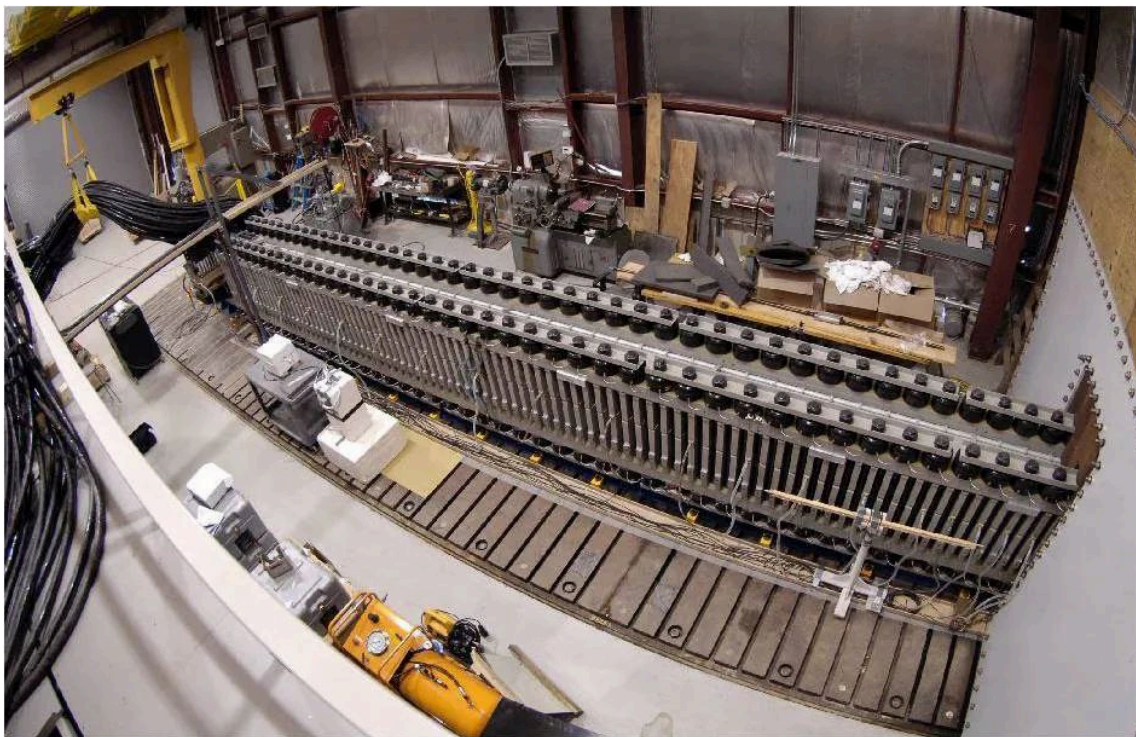


Рисунок 1 — Пусковая установка электромагнитной рельсовой пушки
Управления военно-морских исследований США, расположенная в Центре
надводных боевых действий ВМС США.

Отрасли, в которых можно задействовать рельсотрон не ограничивается военной техникой. Космическое, транспортное — направления, которые так же нуждаются в ведении изменений, для экономии ресурсов, ускорения и упрощения процесса.

Насколько же эффективно использование рельсотрона, при создании его собственными руками? Теоретически, на этот вопрос сложно ответить, для этого нужно иметь работающую модель.

Цель проекта — создание прототипа рельсотрона вне лабораторных условий.

Задачи проекта:

1. Проанализировать теорию, используемую в проекте.
2. Рассмотреть существующие модели, созданные в домашних условиях.
3. Сконструировать и собрать собственный прототип.
4. Провести необходимые тесты и опыты.
5. Проверить возможности устройства и выяснить преимущества и недостатки использования.

Основная часть

Теория

Рельсотрон (Railgun), — импульсный электродный ускоритель масс, принцип действия которого объясняется с помощью силы Ампера, превращающей электрическую энергию в кинетическую. Является перспективным оружием, имеющим ряд преимуществ перед классической компоновкой на базе химического взрыва.

Устройство использует электромагнитную силу, называемую силой Ампера, чтобы разогнать электропроводный снаряд, который изначально является частью цепи. Иногда используется подвижная арматура, соединяющая рельсы. Ток I , идущий через рельсы, возбуждает магнитное поле $\vec{B}$ между ними, перпендикулярно току, проходящему через снаряд и смежный рельс. В результате происходит взаимное отталкивание рельсов и ускорение снаряда под действием силы $\vec{F}$.

Рельсотрон был изобретён французским изобретателем Андре Луи Октавом Фошон-Вильпле в 1917 году во время первой мировой войны. В русском языке термин рельсотрон был предложен в конце 1950-х годов советским академиком Львом Арцимовичем для замены существовавшего громоздкого названия «электродинамический ускоритель массы». Причиной разработки подобных устройств, являющихся перспективным оружием, стало то, что, по оценкам экспертов, использование пороха для стрельбы достигло своего предела — скорость выпущенного с их помощью заряда ограничена 2,5 км/с.

Принцип работы рельсотрона заключается в преобразовании электрической энергии в кинетическую, при помощи силы Ампера. Если рассматривать пошагово, можно выделить несколько этапов:

1. Накопление энергии. Мощный источник питания (чаще всего конденсатор большой ёмкости накапливает достаточное количество энергии.

2. Предварительный разгон снаряда. При помощи вспомогательных средств (пневматических или огнестрельных систем) снаряд набирает начальную скорость, так как без неё тело не сдвинется с места, и сплавится с рельсами.

3. Возникновение силы Ампера. При попадании патрона между рельс он замыкает электрическую цепь, создавая магнитное поле. После соблюдения условий для действия силы Ампера снаряд ускоряется вперёд под её влиянием (рис. 2).

4. Выход из-под действия силы. После того, как патрон перестаёт контактировать с рельсами, тело набирает максимальную скорость, и действие силы прекращается.

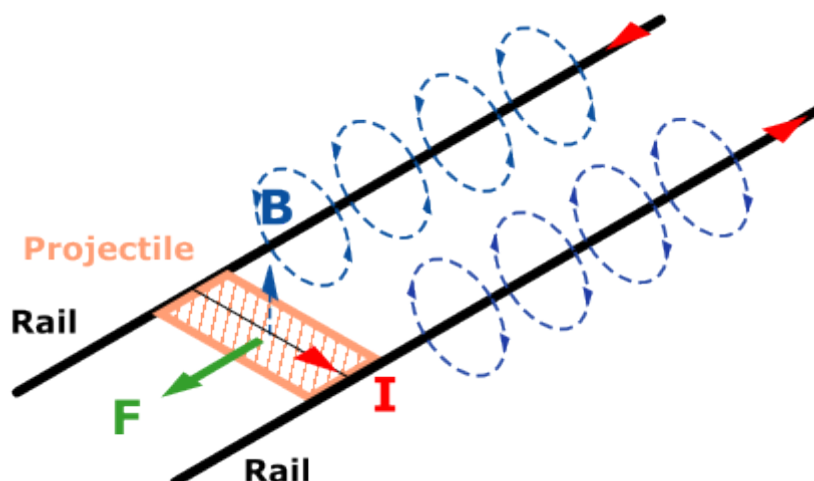


Рисунок 2 — Принцип действия Силы Ампера в рельсотроне

Применение

Рельсотроны имеют ряд потенциальных практических применений, в первую очередь для военных. Тем не менее, в настоящее время изучаются другие теоретические приложения.

1. Была изучена электродинамическая помощь для запуска ракет. Космическое применение этой технологии, вероятно, будет включать специально сформированные электромагнитные катушки и сверхпроводящие

магниты. Для этого применения, вероятно, будут использоваться композитные материалы.

2. Рельсотроны исследуются как оружие со снарядами, которые не содержат взрывчатых веществ или метательных веществ, но развивают чрезвычайно высокие скорости.

3. Рельсотроны рассматриваются на предмет использования в качестве зенитного оружия для перехвата воздушных угроз, в частности противокорабельных крылатых ракет, в дополнение к наземным бомбардировкам.

Достоинства рельсотрона, как оружия

1. Высокая скорость снаряда. В боевых системах она должна составлять до 10 км/с. Рельсотрон может обеспечить и гораздо большую скорость разгона, но из-за резко возрастающего сопротивления воздуха, которое будет буквально останавливать выпущенный снаряд, добиваться этого не имеет смысла. Скорость — это основное свойство рельсотрона, ради которого он и создавался. Из этого свойства и вытекают большинство других достоинств данного оружия.

2. Большая пробивная сила. На лабораторных испытаниях, проведенных на настольном экземпляре рельсотрона, двухграммовая мягкая полимерная пулька пробивала толстые металлические пластины. При этом часть металла превращалась в плазму и просто испарялась. Из этого примера отчетливо видно, что настоящий боевой рельсотрон способен пробивать любые ныне существующие материалы и виды брони. От него практически нет защиты. Не спасет даже мощная активная защита, так как гексоген, используемый в ней, просто не успеет взорваться.

3. Большая дальность прямого выстрела. Она может составлять 8–9 км, причем это расстояние снаряд преодолевает меньше, чем за секунду. Само собой, увернуться от такого удара практически невозможно. Кроме того, значительно упрощается прицеливание. При стрельбе из рельсотрона не требуется давать поправки на упреждение, силу ветра и т. д.

4. Большая дальность стрельбы. Снаряд, выпущенный из рельсотрона, может преодолеть до 400 километров. Понятно, что с такими показателями это оружие будущего вооружения.

5. Дешевизна, простота изготовления, безопасность хранения боеприпасов. Рельсотроны, предназначенные для боя в прямой видимости (например, танковые или зенитные), будут оснащаться снарядами без взрывчатого вещества. По своей сути это просто болванки. Дело в том, что при скорости 4 км/с и выше снаряд уже не нуждается во взрывчатке. Его кинетическая энергия столь велика, что при попадании в цель происходит не удар, а настоящий взрыв, по своей мощности превышающий взрыв любого из ныне существующих взрывчатых веществ.

Недостатки и проблемы современных рельсотронов

1. Огромные размеры и недостаточная мощность источников питания. Для питания ныне существующих рельсотронов используются батареи конденсаторов, занимающие целые комнаты. Именно поэтому они могут устанавливаться лишь на боевых кораблях и в укрепленных районах.

2. Быстрый износ ствола. Гигантские перегрузки и воздействие плазмы практически уничтожают ствол. Его ресурс пока удалось довести лишь до тысячи выстрелов. Стоимость одного выстрела (с учетом стоимости износа ствола) по некоторым данным составляет 25000 долларов. Чтобы продлить жизнь дорогостоящему оружию, конструкторы экспериментируют с

передовыми композитными материалами, разрабатывают новые системы охлаждения.

3. Нагрузка на боеприпасы в момент выстрела. Эта проблема особо касается боеприпасов, содержащих взрывчатое вещество. Выстрел из рельсотрона.

4. Мощный шумовой эффект. При выстреле рельсотрона грохот сравним с раскатом грома. Возникает он, когда вырвавшаяся из ствола плазма оказывается на открытом воздухе и резко расширяется.

5. Низкая скорострельность. Пока по всем перечисленным выше причинам говорить о скорострельности рельсотрона не приходится.

Существующие модели

На данный момент существуют не так много моделей рельсотронов, действие которых будет выходить за рамки комнаты. Для примеров можно выделить несколько из них:

1. DIY-разработчик создал рельсотрон с мощностью выстрела 1,8 кДж при энергии конденсаторов 6.3 кДж, для моделей, сделанных дома — это невероятно большой КПД. Минусом конструкции будет её дороговизна и сложность. Рельсы в нём практически одноразовые.

2. Два американских энтузиаста собрали модель с энергией конденсаторов на 27 кДж и КПД около 7 %. Его выстрел чуть превышает дульную мощность АК-74 (1890 Дж). Недостаток конструкции выражен в её весе — 113 килограммов. Так же из-за неправильности строения произошла авария.

3. Русский ученик под именем “Ниромс” сделал ручную, компактную установку с энергией конденсаторов в 78 Дж. Использует оригинальную конструкцию рельсов (предположительно, распиленную медную трубу), сообщающую снаряду вращение.

4. В России успешно проведен очередной этап испытаний рельсового ускорителя масс. Устройство разрабатывается в Объединенном институте высоких температур Российской академии наук, в его филиале в подмосковной Шатуре. Нынешние испытания, проведенные в лаборатории этого научного учреждения, подтвердили высокие характеристики и потенциал рельсотрона. Снаряд, выпущенный из этого устройства, получает скорость, позволяющую ему пробивать любую броню.

5. В 2014 году ВМС США планировали к 2016 году установить на корабль рельсотрон с дальностью стрельбы более 160 км. Сверхскоростные снаряды весят 10 кг, имеют длину 460 мм и стреляют со скоростью 7 махов. Будущей целью было разработать самонаводящиеся снаряды – необходимое условие для поражения удаленных целей или перехвата ракет.

6. Китай разрабатывает собственную систему рельсотронов. Согласно открытым данным, китайская система рельсотронов была впервые представлена в 2011 году, а наземные испытания начались в 2014 году. В 2015 году, когда система оружия получила способность наносить удары на больших расстояниях. Система вооружения была успешно установлена на корабле ВМС Китая в декабре 2017 года, а ходовые испытания состоялись позже.

7. В ноябре 2017 года Индийская организация оборонных исследований и разработок провела успешное испытание электромагнитного рельсотрона диаметром 12 мм. Планируется провести испытания 30-мм версии. Индия стремится стрелять снарядом весом в один килограмм со скоростью более 2000 метров в секунду, используя конденсаторную батарею в 10 мегаджоулей.

Конструирование и сборка

Проектирование

Для полного представления и понимания работы для начала нужно спроектировать модель. Но перед этим были сделаны или куплены детали, на основе которых, будет собрана модель.

Первое, что необходимо сделать — определить все составляющие конструкции. Ими будут: Конденсатор, Заряжающее устройство, система выдачи начального импульса, Устройство разрядки, Рельсы.

Вторым действием является замеры этих комплектующих:

1. Конденсатор — ёмкость 1Ф, допустимое напряжение 420В и, соответственно, энергией заряда равной, 88,2 кДж
2. Зарядное устройство – сила тока 6,5А, напряжение до 470В
3. Система выдачи начального импульса, состоящая из огнетушителя и камеры для разгона. Огнетушитель – углекислотный, модель ОУ-2 с внутренним давлением 158атм.
4. Камера разгона — материал - фанера. Длина – 30 см, поперечное сечение 1,5х1,5см.
5. Устройство разрядки — полипропиленовая труба. Щётки (материал – медь), электролит – соленая вода
6. Рельс (Х2) — длина – 130см, ширина – 3,4см, высота – 2,6 см, материал – сталь 10 ГОСТ 1050-2013.

Расстановка частей системы для максимального уменьшения её габаритов приведена на схеме (см приложение 1).

Изготовление

(см приложение 1 и 4)

1. К рельсам взятым от токарного станка приварить болты М10 для последующего удобства подключения контактов батареи конденсаторов.
2. Вырезать длинное основание и закрепить саморезами на нем 2 рельса предварительно прикрученных к доскам 14 болтами каждая.

3. Изготовить и установить камеру предварительного разгона.
4. Вырезать большее основание и прикрутить к его краем отступая от них по диагонали 3см колёсики с поворотным механизмом для большей подвижности.
5. Установит длинное основание с рельсами и разгонным аппаратом на большее основание также прикрутить на конец длинного основания поворотные колёсики для уравнивания конструкции.
6. Установить бортик для конденсаторной батареи на большее основание справа.
7. Установить ёмкость со сжатым воздухом позади камеры предварительного разгона и подключить шланг высокого давления к камере от ёмкости.
8. Установить конденсаторную батарею справа от рельс и подключить батарею медными проводами с общим поперечным сечением провода 3см².
9. Отрегулировать рельсы с камерой предварительного разгона так чтобы снаряд входил в рельсы без сопротивления а далее начинал соприкасаться с рельсами замыкая цепь.

Заключение

Заключение подразумевает из себя Экспериментальную часть.

Эксперимент заключается в сравнении дальности полета и отскока снаряда от мишени с показателями батареи в 0В, 100В, 200В, 300В и 400В.

Эксперимент проводился 18 Октября в 20:00-23:30 по адресу ул. Столярная, дом 4.

Температура воздуха была примерно 0°C что понизило давление в ёмкости со сжатым воздухом с 158 атм до примерно 125атм что снизило скорость снаряда.

Таблица 1

Зависимость полученной скорости от заряда конденсаторной батареи.

№	L, м + отскок	V, В	▲V, В	A, Дж зат	A, Дж пол	U, м/с доп
1.	17+0,78	100	1	99,5	0,49	7,3
2.	17+0,92	150	1,1	328,79	1,64	13,5
3.	17+1,3	200	0,8	319,36	3,83	20,63
4.	17+4,87	300	1,3	778,31	12,45	37,19
5.	17+3,4	350	1	699	10,48	34,12
6.	17+6,7	400	1,2	958,56	17,25	43,78
0.	16,4	-	-	-	-	34,2м/с

$L, м + \text{отскок} = \text{это расстояние до мишени} + \text{расстояние которое преодолел снаряд отскочив от мишени}$

$V, В = \text{Это то насколько Вольт заряжен конденсатор}$

▲ $V, В = \text{Это то разница между начальным количеством В и количеством после выстрела.}$

$A, Дж \text{ зат} = \text{Это то сколько Дж энергии было истрачено на выстрел}$

$A, Дж \text{ пол} = \text{это то сколько Дж ушло на разгон снаряда}$

$U, м/с \text{ доп} = \text{Это то на сколько м/с возросла скорость снаряда после входа в рельсотрон}$

Из этой таблицы можно понять, что скорость снаряда увеличивается на достаточно большие значения скорости по отношению к скорости без участия рельсотрона, а только от давления сжатого воздуха.

Вывод: Нам удалось сделать достаточно мощный для наглядного представления и использования прототип рельсотрона.

Стоимость проекта составила 10 000 рублей. Такая стоимость была достигнута благодаря использованию компонентов, бывших в употреблении, приобретённых по минимальной цене, или полученных бесплатно.

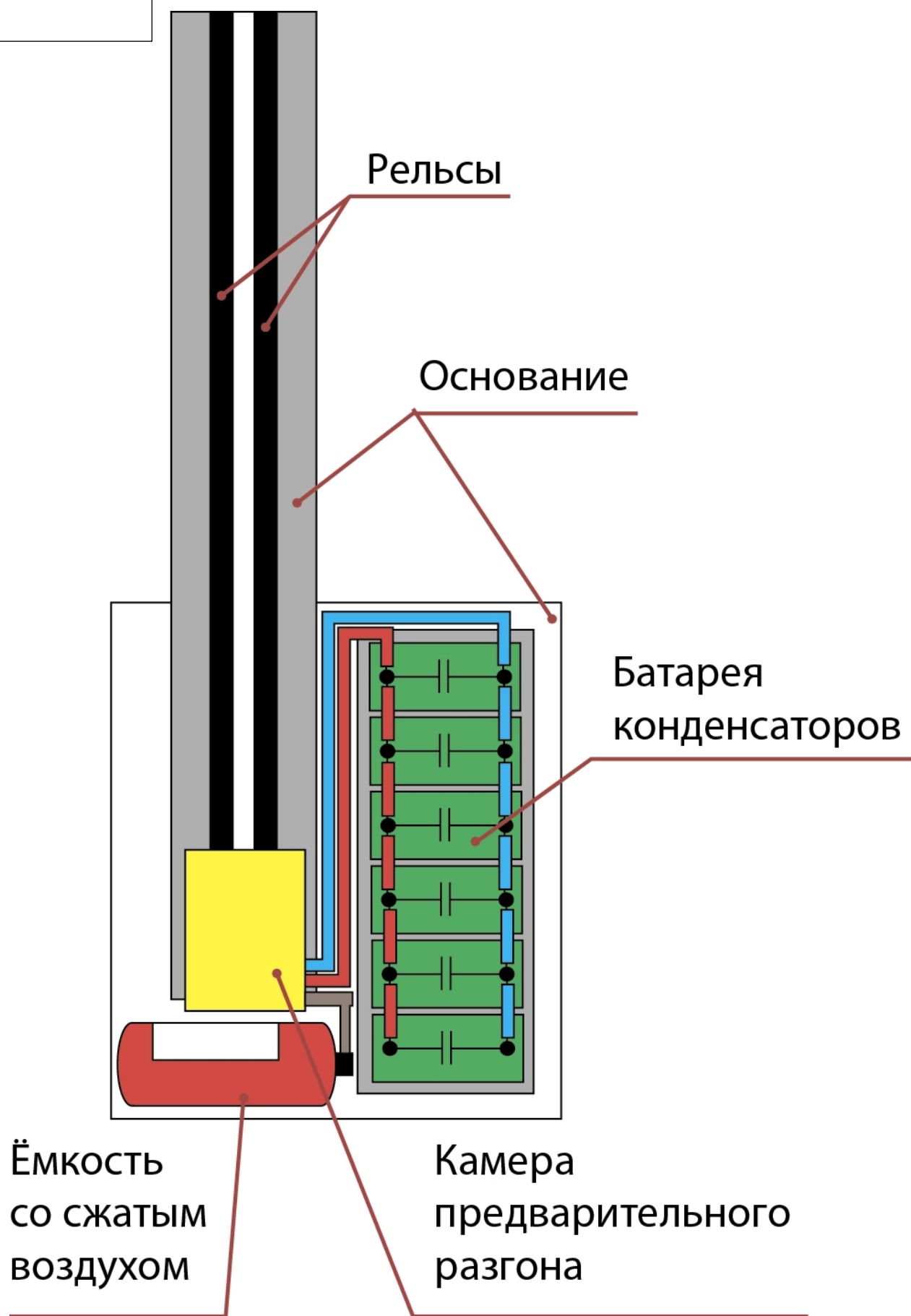
При условии использования новых компонентов, стоимость изделия составила бы ориентировочно 400 000 рублей, основная часть которой пришлась бы на конденсаторную батарею ИКЭ 420/88 (350 000 рублей). Стоимость рельсов и проводов примерно 47000 рублей.

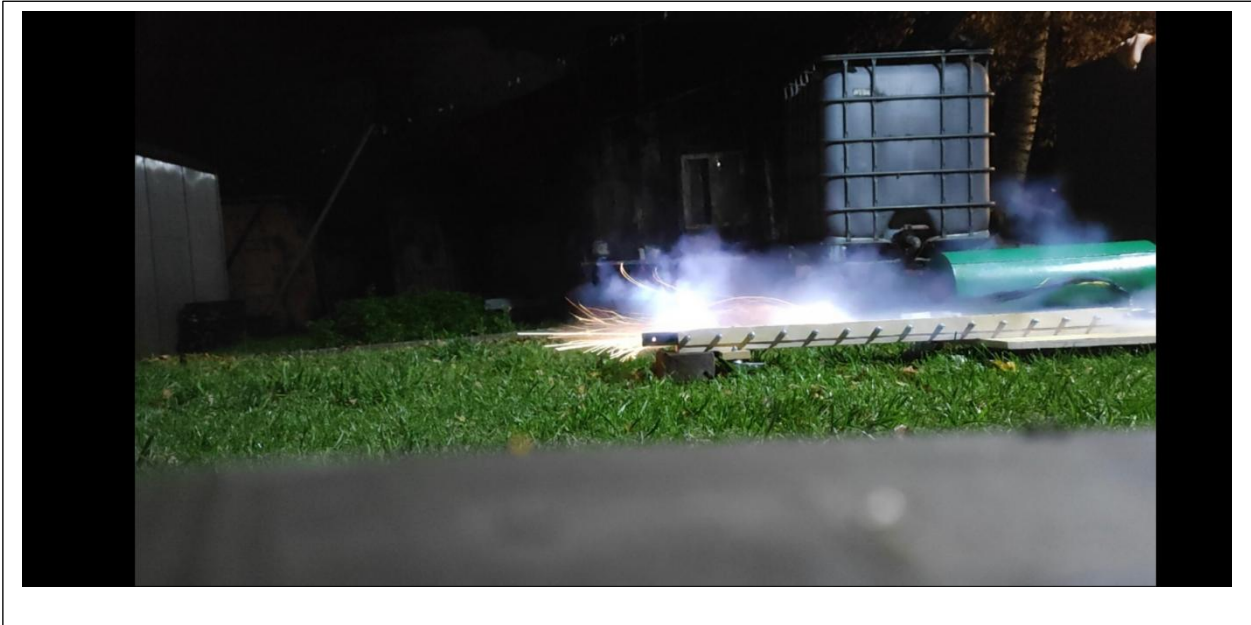
Проблемы нашего рельсотрона заключаются в относительной мобильности (масса составила 80–90кг). Также КПД созданного устройства составляет всего примерно 1,2 %, что крайне мало. Увеличить КПД можно увеличивая напряжение, либо улучшив качество рельсов.

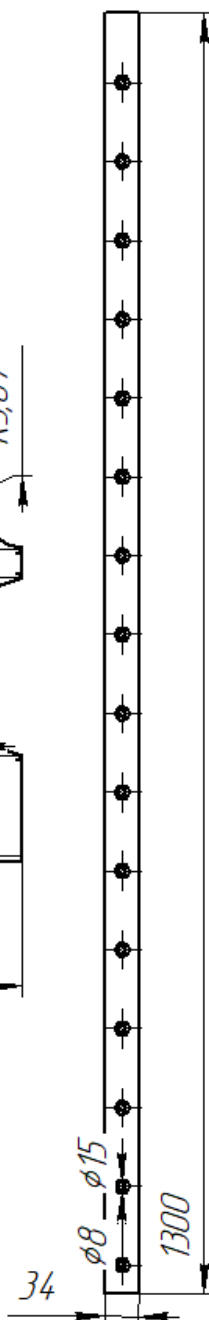
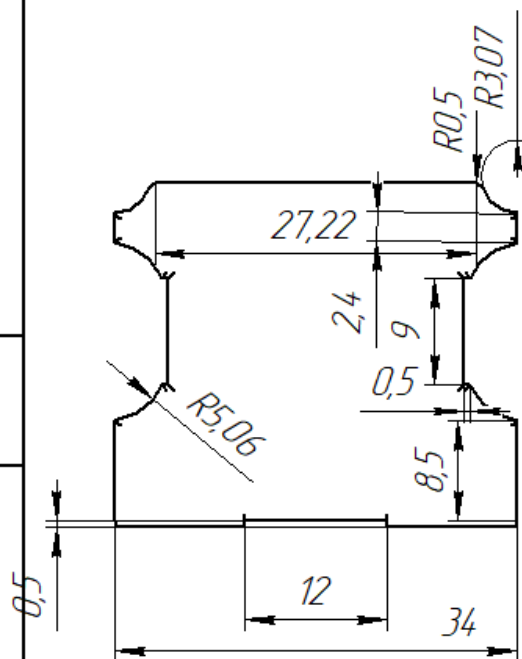
Список использованных источников и литературы

1. Military Review [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <https://en.topwar.ru/97987-uchenye-ran-vpervye-ispytali-kosmicheskuyu-pushku-relsotron.html> (Дата обращения 11.11.2025).
2. Could we launch resources from the moon with electromagnetic railguns? [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <https://www.space.com/electromagnetic-launch-moon-mass-drive> (Дата обращения 11.11.2025)
3. ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН "СЕКТОР СБ" ПОСТАВКА СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ И СВЯЗИ [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: https://sector-sb.ru/catalog/pozharotushenie/pervichnye/uglekislotnye/yarpozinvest_ou-2?ysclid=mhs1or8vbq114120144 (Дата обращения 09.11.2025).
4. YouTube / Автор видео: Ниромс [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <https://youtu.be/q5aYylm2Rxk?si=K6woLZ7cfynZGODg> (Дата обращения 12.11.2025).
5. Хабр. Мастера DIY-жанра: рельсотрон — собственными руками [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/385423/> (Дата обращения 12.11.2025).
6. N+1. Американец собрал мощный рельсотрон своими руками [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <https://nplus1.ru/news/2015/11/11/railgun> (Дата обращения 12.11.2025)

Приложения







Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Сталь 10 ГОСТ 1050-2013

Лит.	Масса	Масштаб
	8,34	1:6
Лист	Листов	1