

XXIV Международный конкурс научных, учебных и творческих работ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Тема - «Основы модельного ракетостроения»

Направление - физика

Выполнил(а):

Данилов Егор Витальевич

фамилия, имя, отчество участника

Красноярский монтажный колледж

место учебы (работы) участника

Руководитель:

Полежаева Дарья Андреевна

фамилия, имя отчество руководителя

Преподаватель

должность руководителя

Красноярск 2024

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Основные понятия и термины в ракетостроении	3
2. Теоретические основы ракетостроения	4
3. Материалы и компоненты для ракет	5
4. Проектирование ракеты	5
5. Испытания и запуск ракеты	7
6. Проблемы и возможные неполадки	8
7. Меры безопасности	9
8. Перспективы развития ракетостроения	9
9. Заключение	10

ВВЕДЕНИЕ

Ракетостроение — это важное исследовательское направление, которое играет ключевую роль в освоении космоса и достижении новых высот в научных и технических открытиях. Ракеты являются одними из самых сложных и технологически продвинутых технических устройств, способных совершать полеты в космосе и достигать значительных высот и скоростей. В данной работе мы рассматриваем основные аспекты ракетостроения, включая теоретические основы, материалы и компоненты ракет, проектирование, сборку, испытания и возможные проблемы, а также перспективы развития этой уникальной области техники. Цель настоящей работы - представить обзор теоретических и практических аспектов ракетостроения и способствовать дальнейшему развитию этой важной области науки и техники.

Модельное ракетостроение — это увлекательное хобби, которое позволяет познакомиться с основами ракетостроения, аэродинамики и космических технологий. Создание и запуск модельных ракет требует креативности, точности и технического мастерства. Это уникальная возможность для знакомства с принципами работы ракет, а также для проведения научных экспериментов и исследований в области аэрокосмической техники.

Модельное ракетостроение может быть интересным как для детей, так и для взрослых. Это занимательное занятие способствует развитию технического мышления, креативности и умения работать в команде. Запуск модельной ракеты также может стимулировать интерес к науке, технике и технологиям. В этом хобби есть место как для начинающих, так и для опытных ракетостроителей. Важно помнить о безопасности и следовать инструкциям по сборке и запуску ракет. Модельное ракетостроение открывает перед нами увлекательный мир космических исследований, помогает развивать навыки и способности, и приносит массу удовольствия и удовлетворения от достижения успехов в этом увлекательном творческом процессе.

1. Основные понятия и термины в ракетостроении

Для достижения поставленной цели необходимо понимать основную терминологию ракетостроения, которая представлена ниже:

1) Ракета — это летательное средство, способное двигаться в космосе за счет выброса реактивной массы из своего двигателя. Их конструкция и особенности зависят от конкретной цели использования и задачи, которую необходимо решить;

2) Реактивная сила - сила, возникающая при выбросе реактивной массы из двигателя ракеты и обеспечивающая движение ракеты в противоположном направлении;

3) Твердотопливные двигатели — это тип ракетных двигателей, в которых топливо и окислитель находятся в твердом состоянии. При сгорании

топлива происходит выделение большого количества газа, который выходит через сопло, создавая тягу и обеспечивая движение ракеты;

4) Центр давления (ЦД) — это точка, в которой суммарное давление на поверхность объекта (например, ракеты) равно нулю. ЦД является важным параметром для обеспечения стабильности полета объекта;

5) Центр масс (или центр тяжести) — это точка, в которой сосредоточена вся масса объекта. Это абстрактная точка, которая описывает, где можно представить всю массу объекта как сосредоточенную для простоты расчетов. Центр масс играет важную роль в динамике объекта, так как он определяет, как объект будет двигаться и вести себя под воздействием внешних сил;

6) Система спасения — это комплекс устройств и механизмов, предназначенных для обеспечения безопасного возвращения ракеты на Землю;

7) Апогей - наиболее удаленная от Земли точка орбиты.

2. Теоретические основы ракетостроения

Принцип действия двигателя ракеты основан на третьем законе Ньютона о взаимодействии сил: каждое действие имеет равное по величине, но противоположно направленное противодействие. Двигатель ракеты создает тягу за счет выброса газов из реактивной сопловой системы в противоположном направлении, что обеспечивает движение ракеты. Важными компонентами двигателя являются топливо, окислитель и сопла, обеспечивающие процесс сгорания и выброса реактивной массы. В рамках прикладного ракетостроения обычно используют твердотопливные двигатели.

Основы аэродинамики и аэростатики важны для понимания воздействия аэродинамических сил на ракету во время полета. Подъемная сила и сопротивление оказывают влияние на траекторию полета. Основные компоненты аэродинамики для нас будут стабилизаторы и обтекатель.

Принципы динамики полета включают в себя расчеты скорости, ускорения, высоты и дальности полета ракеты. Факторы, такие как гравитация, аэродинамическое сопротивление, масса ракеты, центр массы и центр давления, оказывают влияние на характеристики полета и требуют точного расчета для достижения заданных целей.

В ракетостроении центр масс является критическим параметром, который нужно учитывать при проектировании и управлении ракетой. Положение центра масс влияет на стабильность, управляемость и устойчивость ракеты во время полета. Для обеспечения оптимального поведения ракеты необходимо тщательно распределить массу объекта и контролировать положение центра масс относительно других параметров, таких как центр давления.

3. Материалы и компоненты для ракет

Для лучшего полета ракеты следует использовать более легкие материалы. Но важно чтоб ракеты выдержала перегрузки и должна включать в себя и легкость и прочность. На рисунке 1 представлен вид ракеты сбоку, можно рассмотреть ее некоторые составные элементы. Рассмотрим компоненты и материалы, которые используются в конструирование ракеты:

- корпус - испытывает максимальные перегрузки. Самый сложный этап полета - старт и время до сгорания двигателя. Обычно для корпуса в прикладном ракетостроении используют картонные трубы, которые могут быть армированы. Или же используют корпуса из стеклопластика или углепластика, но данный материал сложен в изготовке, подготовки и ремонте;

- обтекатель - важен для полета ракеты. Служит для уменьшения сопротивления и возможно использовать его как отсек для электроники или другой полезной нагрузки. Самое простое в изготовлении это напечатать на 3D-принтере;

- стабилизаторы - так же важны для полета ракеты. Стабилизаторы изготавливаются разными формами, стабилизирует полет и исключает качание ракеты, кручение и задает направление полета. Так же может изготавливается на 3D-принтере или вырезано из дерева;

- внутренние структуры ракеты - служат для размещения на них полезной нагрузки, бортовой электроники и системы спасения. Изготавливается из дерева, металла или печатается на 3D-принтере.

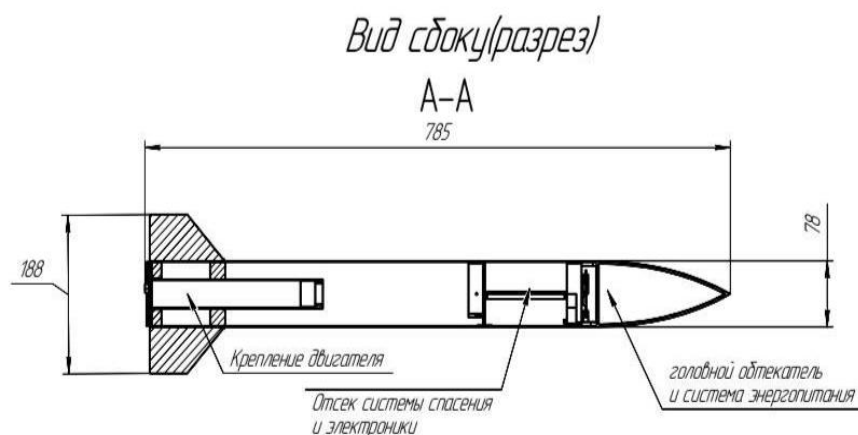


Рисунок 1 - Вид ракеты сбоку

4. Проектирование ракеты

Рассмотрим поэтапное конструирование ракеты:

1. Проектирование начинается с выбором модельного ракетного двигателя, например: РД1-100-0М или менее мощный РД1-10;

2. В зависимости от задач ракеты будет разная компоновка - но в каждой модельной ракете должно быть: корпус, обтекатель,

стабилизаторы, крепление двигателя, блок электроники, блок энергоснабжения и блок-системы спасения;

3. Для проектирования и расчета лучше всего подойдет программа OpenRocket;

4. Перед проектированием нужно взвесить все имеющиеся детали: от корпуса до винтов. При проектировании нужно четко разметить массу каждого элемента;

5. Проектирование начинается с разработки системы спасения. Её расположение, принцип работы;

6. Далее следует спроектировать ракету в OpenRocket и каждую деталь переназначить на её реальную массу;

7. Следующий этап - расчет парашюта. Массу спускаемого аппарата лучше взять на 100 грамм больше;

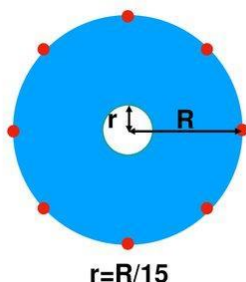
Расчет парашюта

Площадь парашюта: $S = \frac{2 \cdot M \cdot g}{C_d \cdot R_o \cdot V^2}$

$$S = \pi \cdot (R^2 - r^2)$$

$$C_d = 0,75$$

$$g = 9,81$$



Температура, C	R , kg/m
35	1,145
30	1,164
25	1,184
20	1,204
15	1,225
10	1,247
5	1,269
0	1,292
-5	1,316
-10	1,342

S - площадь купола парашюта
M - масса спускаемого аппарата
C_d - коэффициент сопротивления формы
V - скорость спуска
R_o - плотность воздуха
g - ускорение свободного падения
R - радиус купола
r - радиус отверстия

8. При разработке стабилизаторов и центрирующих колец стоит следить за стабильностью ракеты. Значение не должно быть меньше 1 и не больше 1.4;

9. Центр массы и центр давления должны быть примерно одинаковы.

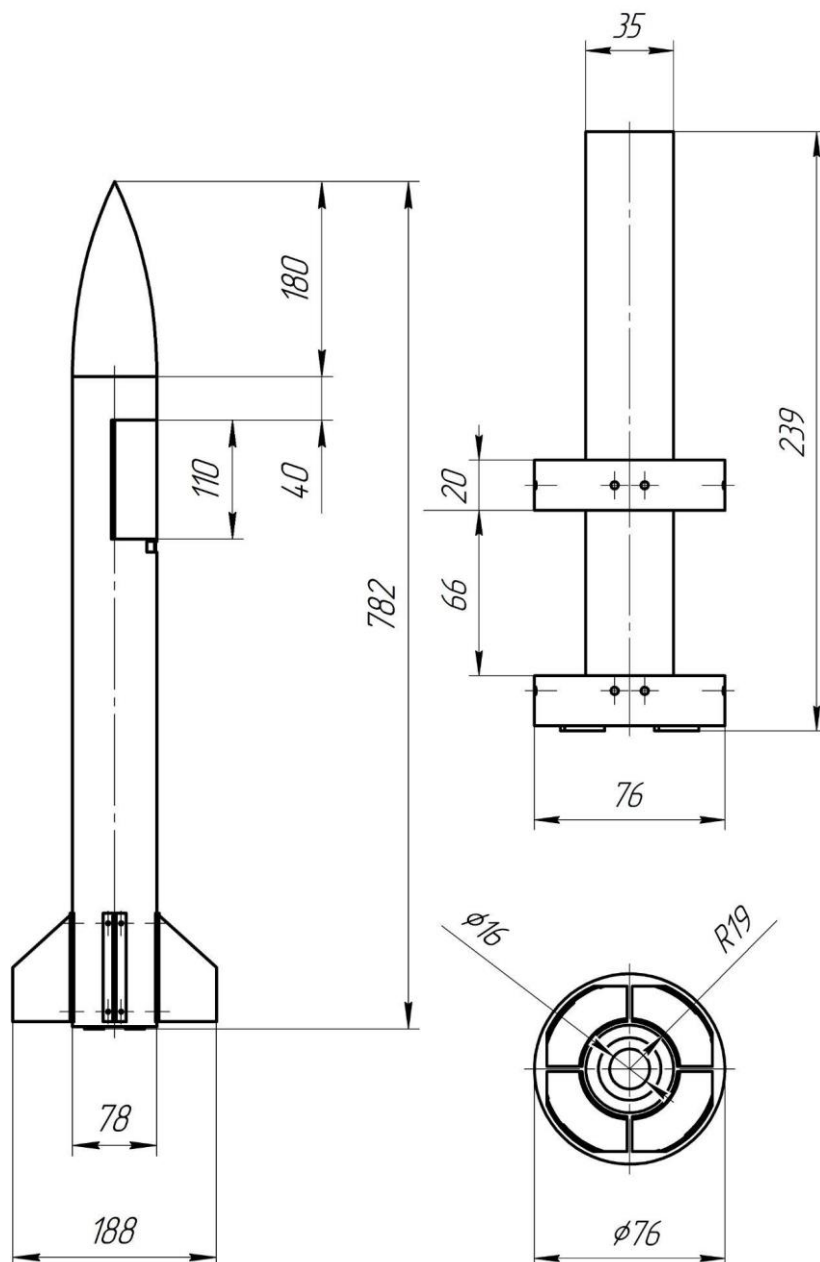
В пример была создана 3D модель ракеты, собранной по правилам, можно использовать как готовый вариант, так и базу для вашей ракеты.

Стабилизатор



Вид спереди

Сборка блока двигателя



5. Испытания и запуск ракеты

Первые испытания проводятся до полной готовности ракеты. Рассмотрим поэтапный перечень испытания ракеты:

1. Испытание системы спасения. В наземных условиях нужно проверить работоспособность системы, парашют должен выйти после достижения точки апогея.

2. Стоит испытать парашют подвесив на него бутылки с водой, имеющие массу ракеты.

3. Следует также прочность стабилизаторов подвесив на них груз 100-200 грамм.

4. После сборки ракеты нужно проверить центр масс и повторяется ли он в программе.

5. Ну и самый простой тест - некоторое время трясти ракету. Конструктив ракеты не должен измениться.

После успешных испытаний можно провести запуск ракеты на открытой площадке, дистанции или в специально оборудованном стенде. Важно следить за безопасностью и соблюдать все меры предосторожности во время запуска. После завершения полета необходимо проанализировать результаты и провести детальное техническое обслуживание ракеты перед последующими запусками. Теперь рассмотрим этапы проведения запуска ракеты:

1. Перед запуском проводится полная проверка ракеты:

- Проверка энергоснабжения;
- Проверка электроники и работы системы спасения;
- Проверка целостности ракеты;
- Проверка двигателя перед установкой в ракету.

2. В двигатель вставляется запал.

3. На стартовой площадке ракета устанавливается на направляющие.

4. Все люди вокруг должны отойти от стартовой площадки на 10-25 метров

5. Запуск.

6. После взлета следует следить за небом и вести видеосъемку полета, для дальнейшего отслеживания полета и приземления ракеты.

7. Поиск ракеты.

8. Снятие телеметрии с бортовой электроники.

6. Проблемы и возможные неполадки

На пути к достижению цели, может возникнуть ряд проблем, с которыми сталкиваются не только начинающие проектировщики, но и опытные. Важно понимать, что проблем неполадки могут возникнуть на любом из этапов конструирования ракеты. Ниже я представил перечень возможных неполадок и проблем, с которыми может столкнуться проектировщик ракеты:

— поломка конструктивной детали - важно иметь запасные детали для быстрого ремонта в любых условиях;

— разрядка энергоблока в полете - добавить в программу команду экстренного запуска системы спасения при понижении напряжения в электрической цепи ниже допустимого;

— прогар двигателя - перед запуском стоит осмотреть двигатель и при небрежном хранении и повреждении обязательно заменить двигатель;

— поломка электроники - иметь в наличии запасной набор электроники;

- плохое качество материалов - некачественные материалы могут привести к отказу ракеты во время полета;
- неправильный расчет центра тяжести и центра давления - неправильное распределение веса и аэродинамических сил может привести к нестабильному полету ракеты.

7. Меры безопасности

Важно помнить о безопасности, как о личной, так и о безопасности окружающих. Для того чтобы избежать негативных последствий необходимо соблюдать базовые меры безопасности:

- 1) Никогда не запускайте ракету вблизи зданий, деревьев, электропроводов или других препятствий;
- 2) Проверьте погодные условия перед запуском ракеты и откладывайте запуск ветреную или дождливую погоду;
- 3) Используйте только рекомендованные ракетные двигатели и следуйте инструкциям по сборке и запуску;
- 4) Не приближайтесь к запускаемой ракете, когда она находится на пусковой установке;
- 5) Проведите проверку на безопасность перед запуском, включая проверку стабильности ракеты и правильности установки двигателя;
- 6) Имейте вблизи средства первой помощи и пожаротушения в случае возникновения чрезвычайной ситуации;
- 7) Не допускайте использования ракет в незаконных местах или вне специально отведенных площадок для ракетостроения.

8. Перспективы развития ракетостроения

Одной из перспектив развития модельного ракетостроения является усовершенствование технологий и материалов для создания более мощных и эффективных ракетных двигателей. Это позволит увеличить дальность и скорость полета модельных ракет, а также повысить точность и контроль над ними. Дальнейшее развитие систем навигации и управления также способствует улучшению производительности модельных ракет.

Другой перспективой развития модельного ракетостроения является его использование в научных исследованиях. Модельные ракеты могут быть использованы для проведения различных экспериментов, например для изучения атмосферы, а также для тестирования новых технологий и материалов. Это может способствовать развитию новых технологий и методов в области аэрокосмической индустрии.

Увеличение интереса к модельному ракетостроению среди молодежи и проведение образовательных мероприятий и соревнований также способствует развитию этой области. Это поможет привлечь новых участников, вдохновить на

развитие новых идей и технологий, а также создать сообщество единомышленников, готовых сотрудничать и делиться знаниями.

Таким образом, модельное ракетостроение имеет огромный потенциал для развития в будущем и может стать не только увлекательным хобби, но и важным инструментом для научных исследований, образования и инноваций в области аэрокосмической техники.

9. Заключение

Модельное ракетостроение действительно предоставляет уникальную возможность развивать целый ряд навыков и способностей. В процессе занятий этим увлекательным хобби люди могут научиться работать с различными материалами, познакомиться с аэродинамикой и физикой полета, освоить базовые принципы конструирования и инженерии.

Кроме того, участие в модельном ракетостроении способствует развитию творческого мышления и способности к самостоятельному решению задач. Это отличный способ поощрить любознательность и интерес к науке, а также наладить контакты с единомышленниками и специалистами из области аэрокосмической индустрии.

В целом, модельное ракетостроение не только интересное развлечение, но и образовательное занятие, которое может внести значительный вклад в личностное и профессиональное развитие людей всех возрастов. Важно помнить, что при всем этом необходимо соблюдать правила безопасности и тщательно контролировать процесс сборки и запуска ракет. Для дальнейшего применения созданных чертежей деталей можете воспользоваться ссылкой <https://disk.yandex.ru/d/mQaOA5UqYDanXA>