

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 9
ИМЕНИ В.И. НЕКРАСОВА»**

**ПРОЕКТНАЯ РАБОТА
«ДВИГАТЕЛИ В РАКЕТОСТРОЕНИИ»**

**Работу выполнил: ученик 10 Б класса,
Щеголев Матвей Андреевич.
Почта: matvey25062006@mail.ru**

**Руководитель: учитель физики,
Смирнова Елена Александровна.**

**г. Сосновый бор
2022-2023**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Теоретическая часть.....	4 - 7
2.1. Химический ракетный двигатель	4 - 5
2.1.1. Твёрдотопливный ракетный двигатель.....	4
2.1.2. Жидкостный ракетный двигатель.....	4 - 5
2.2. Ядерный ракетный двигатель.....	5 - 6
2.3. Электрический ракетный двигатель.....	6 - 7
2.4. Гипотетические двигатели.....	7
3. Практическая часть.....	8
3.1. Ракета своими руками.....	8
4. Заключение.....	9
5. Список литературы.....	10

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: эта тема важна, так как она может повысить шансы выживания человечества и увеличить наши знания о космосе. Поэтому необходимо больше уделять внимания новым видам ракетных двигателей.

Проблема: наука не стоит на месте и у неё постоянно появляются новые задачи, для выполнения которых нужны новые технологические возможности двигателей. В настоящее время ракетные двигатели достигли своих максимальных показателей, они не способны выполнить некоторые научные цели, к примеру такие как пилотируемый полет к дальним планетам Солнечной системы или полеты к ближайшим звездам.

Предмет исследования: Характеристики и возможности разных видов ракетных двигателей.

Цель проекта: изучение ракетных двигателей различных видов.

Задачи проекта:

1. Изучить три основных вида ракетных двигателей и определить их достоинства и недостатки.
2. Разобраться, что из себя представляют гипотетические ракетные двигатели и узнать по какой причине их не используют.
3. Определить перспективы развития отрасли ракетостроения.
4. Построить работающий макет ракетного двигателя.

Продукт: Модель самодельной ракеты и выступление перед учащимся 9 классов.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 ХИМИЧЕСКИЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Лидером по запускам в космос полезной нагрузки, является Химический ракетный двигатель, который благодаря химической реакции, вырабатывает большую тягу. Двигатель делится по виду используемого топлива на твердотопливный и жидкостный.

2.1.1. ТВЕРДОТОПЛИВНЫЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Ракетный двигатель твердотопливный (далее- РДТТ) был изобретен китайцами примерно в XIII веке. В настоящее время такой тип ХРД пользуется огромной популярностью у военных, к примеру, почти все боевые ракеты США оснащены РДТТ. Состоит двигатель из камеры сгорания, воспламенителя, топливного заряда и реактивного сопла. В корпусе, образовавшийся от сгорания твердого топлива газ, выходит через сопло в виде мощной газовой струи. Чаще всего в космонавтике, РДТТ дополняет жидкостные двигатели.

Таблица 1—Достоинства и недостатки РДТТ

Достоинства	Недостатки
1. Высокая надежность	1. Низкий удельный импульс ≈ 2650 м/с
2. Сравнительно низкая стоимость	3. Достигнуты максимальные показатели

3.1.2. ЖИДКОСТНЫЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Жидкостный ракетный двигатель (далее-ЖРД) был впервые предложен Константином Циолковским в 1903 году, и после нескольких лет экспериментов в 1942 году учёные нацистской Германии создали первую в мире баллистическую ракету ФАУ-2. С тех пор ЖРД кардинально не менялся и поэтому в настоящее время, имея множество конфигураций и различных смесей топлива, двигатель исчерпал свой потенциал развития. В отличие от твёрдотопливного двигателя, в ЖРД используется в качестве топлива жидкости или сжиженные газы. Двухкомпонентный ЖРД с турбонасосной подачей

топлива работает так: газогенератор производит горячий газ, который вращает турбину в свою очередь это заставляет работать центробежные насосы, которые благодаря давлению раздельно перенаправляют горючее и окислитель из топливных баков в форсуночную головку, откуда жидкие компоненты попадают в камеру сгорания, смешиваясь и сгорая, они образуют нагретое, газообразное вещество, которое выходит через сопло образуя реактивную тягу. Этот ракетный двигатель кажется идеальным, но, как и у всех остальных видов он имеет недостатки, которые я привел в таблице 2.

Таблица 2— Достоинства и недостатки ЖРД

Достоинства	Недостатки
1. Неплохой удельный импульс ≈ 4600 м/с	1. Сложность и дороговизна конструкции
2. Управляемая тяга	2. Достигнуты максимальные показатели

2.2 ЯДЕРНЫЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Ядерный ракетный двигатель (далее-ЯРД) — это ракетный двигатель, создающий реактивную тягу в следствии использования энергии, которая получается в результате ядерных реакций. В середине двадцатого века появились две программы, целью которых была разработка ЯРД: советский РД-0410 и американский NERVA. Но вскоре обе программы закрылись из-за политических и экономических проблем. В настоящее время после нескольких лет простоя снова началась разработка ЯРД. Планируются новые тестовые запуски и исследования. Главной проблемой этого двигателя является его опасность для экипажа, а также тот вред окружающей природе, который он приносит. Существуют два главных вида ЯРД, первый использует тепловую энергию, второй использует кинетическую энергию, а также имеется импульсный двигатель, который использует обе энергии. Среди всех подвидов ракетного двигателя, наиболее популярным и перспективным является реакторный. Он делится на термоядерный, использующий синтез ядер и на

двигатель, использующий деление ядер. ЯРД работает так: из топливного бака под большим давлением рабочее тело направляется в «камеру сгорания», которой в ЯРД является активная зона, на этом этапе рабочее тело нагревается до высокой температуры благодаря ядерному реактору и выбрасывается через сопло в виде реактивной тяги. Теперь настал момент проанализировать достоинства и недостатки, а также численные характеристики ЯРД, которые я привел в таблице 3.

Таблица 3—Достоинства и недостатки ЯРД

Достоинства	Недостатки
1. Большой удельный импульс ≈ 12000 м/с	1. Сложность и дороговизна конструкции
2. Большая тяга ≈ 900 тс	2. Не безопасен для экипажа и окружающей среды.

2.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Третий вид ракетных двигателей, который использует электрическую энергию для создания реактивной тяги, называют электрическим (далее-ЭРД). Считается, что этот двигатель так же, как и химический был предложен Константином Циолковским в начале двадцатого века и в настоящее время разработки над ЭРД продолжаются. Электрический ракетный двигатель делится на три вида, различных по механизму ускорения частиц, а именно электростатический, электротермический и электромагнитный. Все они имеют свои подвиды, поэтому среди них выделю два самых популярных вида ЭРД, а именно холловский двигатель и плазменный. Теперь, когда мы узнали о классификации ЭРД можно выяснить, как он работает. За образец возьмем популярный и перспективный ионный двигатель. Первым делом, рабочее тело, коим является инертный газ, ионизируют, это можно сделать несколькими способами, но в основном методом электронной бомбардировки, в следствии которого нейтральные атомы газа сталкиваются с отрицательными электронами и получается положительный ион. В результате этого процесса мы получаем

плазму, ведь это и есть ионизированный газ. Следующим шагом нужно ускорить рабочее тело, это делается благодаря двум решеткам с разноименными зарядами. В следствии чего получается тяга. В таблице 4 я привел достоинства и недостатки ЭРД, а также численные характеристики.

Таблица 4—Достоинства и недостатки ЭРД

Достоинства	Недостатки
1. Огромный удельный импульс ≈ 50000 м/с	1. Очень малая тяга ≈ 0.0001 тс
2. Очень длительное время работы	2. Не могут выводить космические аппараты в космос

1.4 ГИПОТЕТИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ

Термоядерный ракетный двигатель (ТЯРД) это ракетный двигатель, использующий в качестве источника тяги управляемый термоядерный синтез. Такой двигатель в несколько раз опережает ХРД по техническим показателям и способен путешествовать по солнечной системе и к ближайшим звездам. Но главным препятствием является все та же проблема ЯРД, то есть опасность для окружающих.

Двигатель на антивеществе — это ракетный двигатель, который создает реактивную тягу в следствии использования энергии, выделяющейся при взаимной аннигиляции антивещества и обычного вещества. Из-за нехватки знаний и технологий, двигатель на антивеществе является для нас фантастикой, но все же есть основания полагать, что такой двигатель возможен.

Варп-двигатель — это самая фантастическая идея из приведенных в этой главе, она предполагает, что такой вид ракетных двигателей будет способен перемещаться на межзвездные расстояния за приемлемое время и двигаться со скоростью близкой или превышающей световую. Понятно, что проблемой такого двигателя является колоссальная нехватка знаний и технологий в современной науке, поэтому скорее всего мы сможем увидеть корабли с варп-двигателями, только через несколько столетий.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 РАКЕТА СВОИМИ РУКАМИ

Продуктом практической части моего проекта я решил сделать модель ракетного двигателя. Выбор пал на РДТТ так, как он являлся наиболее доступным, безопасным и простым в изготовлении. В качестве топлива я взял, смесь из сахарной пудры и калиевой селитры. В интернете я нашел инструкцию по изготовлению и после покупки всех ингредиентов для ракеты, принялся за работу. С топливом проблем не было, а вот с глиной, которая должна была быть соплом, возникли проблемы. Блендер, который я тоже купил для проекта, не мог измельчить глину, поэтому пришлось быстро искать замену. Решил проблему я с помощью 3д принтера, на котором напечатал новое сопло. Но тут возникла еще одна проблема, при первом запуске ракеты фитиль не смог зажечься из-за сильного ветра. Поэтому пришлось ждать безветренной погоды и когда она настала второе тестовое испытание, тоже провалилось только на этот раз из-за слишком маленького отверстия в сопле. После исправления ошибки я провел третий тестовый запуск, который опять провалился, только на этот раз из-за топлива и веса ракеты.

В итоге получилось, что первоначально казавшийся простым в построении, ракетный двигатель не запустился после трех тестовых запусков. Поэтому, я не стал делать четвертый пуск, так как пришлось бы менять состав топлива, то есть покупать новые ингредиенты, к тому же оставшегося времени уже не хватало на исправление ошибок. Но в будущем я планирую продолжить работу над ракетой и исправить все проблемы, которые мне встретились в ходе работы.

Анализируя проделанную работу, хочу отметить, что нужно тщательней подходить к покупке составных частей ракетного двигателя. При выборе нужно учитывать вес получаемой конструкции и внимательно читать состав ингредиентов топлива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе написания исследовательской работы проекта его цель была достигнута. И подводя итоги всему тому, что было рассказано, хочу перечислить следующие выводы:

1. Химический ракетный двигатель через несколько десятков лет станет бесполезным для изучения космоса. И если человечество не сможет найти замену этому виду ракетных двигателей, то это приведет к заморозке космических исследований.

2. Ядерный ракетный двигатель, опережая всех своих соперников по показателям, так и останется необычной идеей, пока он опасен для экипажа и окружающей среды.

3. Если ученые не смогут увеличить тягу ЭРД до каких-либо значимых показателей, двигатель так и останется в основном корректирующим.

4. В подглаве 2.4 мы рассмотрели несколько интересных теоретических видов ракетных двигателей. Некоторые из них возможно смогут заменить ХРД, но для этого нужно увеличить наши знания в ракетостроении. Поэтому я думаю, что именно один из гипотетических двигателей позволит нам путешествовать по просторам космоса, не тратя при этом всю свою жизнь.

5. Продукт практической части я так и не смог запустить, но все же из проделанной работы я могу сделать вывод. Он заключается в том, что нужно тщательней подходить к покупке составных частей ракетного двигателя, а также к изготовлению топлива. Еще обязательно нужно следить за итоговой массой ракеты.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что имеющиеся на сегодняшний день двигатели не способны даже близко дать те технические показатели, которые нужны для путешествия к ближайшим звездам, не говоря уже о путешествиях по галактике.

2. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Электронные ресурсы:

1. Химический ракетный двигатель (ХРД). — Текст: электронный // Википедия, свободная энциклопедия: [сайт]. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Химический_ракетный_двигатель (Дата обращения: 15.03.2023).
2. Электроракетные двигательные установки космических аппаратов. — Текст: электронный // [pdf файл]. — URL: <http://tdla.ssau.ru/uop/vvedrd/module5.pdf> (Дата обращения: 15.03.2023).
3. 7 космических двигателей будущего. — Текст: электронный // Наука и техника: [сайт]. — URL: <https://vseonauke.com/1555641721575705135/7-kosmicheskikh-dvigatелеj-buduschego/> (Дата обращения: 15.03.2023).

Книги:

1. Паневин И. Г., Прищепа В. И. Космические ядерные ракетные двигатели. — М.: Знание, 1978. С. 3-20.
2. Эдгар Чуэйри. Новый рассвет электрических ракет // «В мире науки» № 5, 2009, стр. 34-42.
3. Электрический ракетный двигатель // энциклопедия «Космонавтика», под ред. Глушко В. П., 1985.
4. Мичио Каку «Физика невозможного»: Альпина нон-фикшн; 2013. С. 102-117.
5. Алемасов В. Е., Дрегалин А. Ф., Тишин А. П. Теория ракетных двигателей / Под ред. В. П. Глушко. — М.: Машиностроение, 1989. — 464 с.
6. Эльясберг П. Е. Введение в теорию полёта искусственных спутников Земли. — М., 1965.