Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА № 34**

по программе

**Аэродинамика и баллистика**

На тему:

**«Характеристики твердого топлива»**

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

Учащиеся знакомятся с классификацией твердых топлив и конструктивными особенностями соответствующих твердотопливных двигателей. Приводится сравнительный анализ жидкостных и твердотопливных ракетных двигателей.

Рассматриваются факторы, влияющие на зависимость тяги твердотопливного двигателя от времени. Приведены формы зарядов, обеспечивающих прогрессивное, регрессивное и равномерное горение.

Во время урока предусмотрено использование различных приемов и методов обучения, современных ТСО, презентации PowerPoint.

***ТЕМА УРОКА***: Характеристики твердого топлива.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

- выполнить практическую работу №10;

- воспитать логическое мышление, внимание, словесно-логическую память;

- развить воображение, сообразительность, познавательный интерес.

***НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ***: презентации.

***РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ***: задание к уроку.

***ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА***: компьютер, проектор, экран.

***ВИД УРОКА***: урок рефлексии.

***ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ УРОКА:*** 45 минут.

***ХОД УРОКА***:

1. *ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МОМЕНТ*(5 минут)

Учитель приветствует учащихся.

Учитель сообщает учащимся, что на уроке будет проводиться Практическая работа №10.

Учитель знакомит учащихся с планом предстоящего урока. Проговариваются организаторские моменты по проведению занятия: дата, время, вид урока.

Учитель побуждает на постановку целей и определение темы урока учеников, задавая наводящие вопросы.

1. *ПОВТОРЕНИЕ ПРОЙДЕННОГО МАТЕРИАЛА* (5 минут)

Учитель проводит устный опрос учащихся по домашнему заданию:

- почему стабилизация снаряда вращением не позволяет минимизировать лобовое сопротивление;

- выключение твердотопливного двигателя;

- в чем опасность детонационного горения.

1. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА* (10 минут)

Учитель объясняет материал по теме урока.

По агрегатному состоянию топлива современные ракетные двигатели подразделяются на жидкостные и твердотопливные. Газообразные компоненты не используются ввиду их малой плотности, а гибридные системы (твердое горючее при жидком окислителе) собирают все недостатки жидкостных и твердотопливных двигателей.

Из второго закона Ньютона следует, что при уменьшении массы разгоняемого тела (выгорании топлива) его ускорение возрастает. Тяга ракетного двигателя возрастает при уменьшении давления окружающей среды. Для учета этого факта существует так называемый коэффициент пустотного приращения тяги.

Зависимость тяги от времени в случае твердотопливного двигателя определяется формой и химической структурой топливного заряда. Значит твердотопливные двигатели, в отличие от жидкостных, не позволяют изменить программу горения. Это уменьшает возможности по варьированию траекторией полета.

Для снижения механических нагрузок на конструкцию ракеты в полете имеет смысл программно снижать тягу в конце активного участка. В жидкостном двигателе этого можно добиться, снижая обороты топливных насосов и уменьшая таким образом подачу компонентов топлива в камеру сгорания.

Как можно добиться такого эффекта в случае твердотопливного двигателя? Тяга такого двигателя зависит от площади горения его заряда. При этом заряд на всем протяжении работы двигателя должен быть надежно закреплен в камере сгорания.

Уравнение неразрывности потока утверждает, что через любое полное сечение за одно и то же время проходит равный поток жидкости или газа. Гидравлическое сопротивление влияет на скорость движения жидкости. Пренебрегая им, полагаем, что скорость потока везде одинакова.

Из вышесказанного следует, что площадь сечения трубопровода должна быть равна суммарной площади сечения каналов охлаждения.

Кумулятивный заряд начинает гореть по поверхности кумулятивного углубления, находящегося в центре нижней (задней) поверхности. Указание пренебречь геометрией углубления разрешает считать, что горение начинается из точки.

На начальной стадии работы фронт горения имеет форму сферы возрастающего радиуса. Максимума площадь горения достигает в момент, когда диаметр этой сферы достигает диаметра заряда.

1. *ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА И ОТРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ* (20 минут)

Учащиеся совместно с учителем выполняют практическую работу №10:

решение задач на определение момента времени, в который выдаст максимальную тягу твердотопливный двигатель при заданной скорости горения, определение диаметра питающего трубопровода.

1. *РЕФЛЕКСИЯ* (2 минут)

Учитель проводит беседу с учащимися по пройденному материалу. Уточняет, были ли выполнены первичные цели. Правильно ли была определена тема урока. Учитель спрашивает мнение о проведенном уроке, каждый должен дать ответ в 1-2 предложения: было ему интересно, все понял или что-то вызвало трудности и т.д.

1. *ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ* (3 минуты)

По завершению урока учитель объясняет ход выполнения домашнего практического задания для закрепления изученного теоретического материала. Задание №37 в рабочей тетради.

Опорный конспект

1. Организационный момент (5 минут).
2. Повторение пройденного материала (5 минут).
3. Изучение нового материала (10 минут).
4. Закрепление изученного материала и отработка практических умений(20 минут).
5. Рефлексия (2 минуты).
6. Домашнее задание (3 минуты).

## Список литературы

## Основная литература

1. Мхитарян А.М. Аэродинамика/ А.М. Мхитарян. - ЭКОЛИТ, 2012.
2. Бережко Е.Г. Введение в физику космоса/ Е.Г. Бережко. - ФИЗМАТЛИТ, 2014.
3. Хомич Е.О. Космос/ Е.О. Хомич. - АСТ, 2016.
4. Авдеев Ю.Ф. Космос, баллистика, человек/ Ю.Ф.Авдеев. - Высшая школа, 2013.
5. Граве И.П. Внутренняя баллистика. Пиродинамика/ И.П. Граве. - 2014.
6. Дэвис Л. Внешняя баллистика ракет / Л.Девис, Дж. Фоллин, Л. Блитцер. - Воениздат, 2000.