Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА №17**

по программе

**Аэродинамика и баллистика**

На тему:

«Обтекание воздушным потоком твердых тел различной формы. Симметричное и несимметричное обтекание»

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

Учащиеся знакомятся с зависимостью подъемной силы от кривизны профиля несущей поверхности и способами управления кривизной.

Рассматриваются элементы механизации крыла и особенности их использования.

Особое внимание уделяется комбинированным элементам управления: флаперонам и элевонам.

Во время урока предусмотрено использование различных приемов обучения, современных ТСО, наглядности, презентации MicrosoftPowerPoint.

***ТЕМА УРОКА***:Обтекание воздушным потоком твердых тел различной формы. Симметричное и несимметричное обтекание.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

* изучить влияние профиля на аэродинамические характеристики крыла;
* изучить влияние концевого вихря на аэродинамические характеристики.

***НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ***: презентация.

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

***ВИД УРОКА***:урок «открытия» нового знания.

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

***ХОД УРОКА***:

1. *ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МОМЕНТ* (5 минут)

Учитель приветствует учащихся.

Учитель побуждает к предположениям о предстоящей теме урока,задавая наводящие вопросы оспособах повышения подъемной силы крыла и использовании для этого уравнения Бернулли.Ожидаемые ответы:

* для повышения подъемной силы нужно снизить давление над крылом и повысить его под крылом;
* из уравнения неразрывности следует, что для разгона потока можно увеличить длину траектории;
* для уменьшения лобового сопротивления профиль крыла должен быть гладким.

Учащиеся определяют тему и цели урока, а также личностное отношение к предлагаемой теме.

1. *ПОВТОРЕНИЕ ПРОЙДЕННОГО МАТЕРИАЛА* (5 минут)

Учитель проводит устный опрос учащихся по теме прошлого занятия:

1. Что такое «средняя линия профиля»?
2. Для чего нужна законцовка крыла?
3. Что является причиной малой распространенности прямоугольных крыльев?
4. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА*(25 минут)

Если первым авиаконструкторам приходилось решать сложную задачу оптимизации, т.е. думать над тем, насколько можно позволить себе увеличить подъемную силу, чтобы не сильно выросло лобовое сопротивление, то сейчас эта задача решается более изящным способом.

Научились строить крылья с изменяемой кривизной профиля. При взлете и посадке кривизну увеличивают, получая рост подъемной силы, а при крейсерском полете уменьшают, уменьшая лобовое сопротивление на высоких скоростях.

Для этого используется «механизация крыла». Элементы, временно увеличивающие кривизну – это закрылки и предкрылки, опускаемые вниз, и интерцепторы – щитки, поднимаемые вверх.Все эти элементы на левой и правой половине крыла работают синхронно.

Для управления по крену имеются асинхронно работающие элероны. Когда на правом полукрыле они поднимаются вверх, на левом они опускаются вниз и наоборот.

На слайде приведен «полный вариант» механизации. При проектировании некоторых типов самолетов ресурса такой механизации может не хватать.

Данный элемент механизации крыла отличается от обычного закрылка тем, что при выпуске изменяет не только кривизну профиля, но и «ширину» - хорду крыла. Мы видим, что здесь представлены два независимых щитка, при уборке частично заходящие друг под друга. Такой закрылок называют двущелевым. Еще большее распространение получили трехщелевые закрылки.

Щелевые предкрылки позволяют дополнительно управлять воздушным потоком над крылом. При полете на крейсерском режиме они плотно прилегают к крылу, уменьшая лобовое сопротивление.

При переходе на большие углы атаки предкрылки «выпускаются» разбивая поток перед крылом на две части. Их дальнейшее взаимодействие позволяет дополнительно «прижать» поток к крылу, увеличивая зону ламинарности и уменьшая зону турбулентности, приводящую к отрыву потока.

Выпуском предкрылков могут управлять пилоты, а могут они выпускаться самостоятельно, реагируя на изменение (градиент) давления над крылом.

С этой проблемой столкнулись конструкторы истребителей ОКБ им. П.О. Сухого. Площади элеронов для эффективного управления по крену самолету не хватало, а пространства, за счет которого ее можно было бы увеличить, на крыле не было. Тогда было принято уже известное в то время решение: объединить в одном элементе функции элерона и закрылка. Так на Су-27 появились флапероны.

С другой проблемой сталкиваются проектировщики аппаратов по схеме «летающее крыло». Поскольку горизонтальное оперение у этой компоновочной схемы отсутствует, приходится сочетать в одной плоскости функции элерона и руля высоты. Такой орган управления получил название «элевон».

1. *ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА И ОТРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ*(5 МИНУТ)

Учитель задает контрольные вопросы:

1. Для чего нужны предкрылки?
2. В чем состоит преимущество закрылка Фаулера перед обычным?
3. В каких случаях используются флапероны?
4. *ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ* (5 минут)

По завершению урока учитель объясняет ход выполнения домашнего практического задания для закрепления изученного теоретического материала. Задание №20 в рабочей тетради.

Опорный конспект

* 1. Организационный момент (5 минут).
  2. Повторение пройденного материала (5 минут)
  3. Изучение нового материала (25 минут).
  4. Закрепление изученного материала и отработка практических умений (5 минут).
  5. Домашнее задание (5 минут).

## Список литературы

## Основная литература

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