

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)**

Институт №12 «Аэрокосмические наукоемкие технологии и производства»
Кафедра «Технология производства и эксплуатации двигателей летательных
аппаратов»

«Силы, действующие на ракету в плотных слоях атмосферы»

Студент: Васильев И.А.

Группа: Т120-308Б-19

Основные вопросы:

- 1. Плотные слои атмосферы**
- 2. Силы и моменты, действующие на ракету в полете**
- 3. Дополнительные силы и моменты.**
- 4. Устойчивый и неустойчивый полет ракеты**

Плотные слои атмосферы

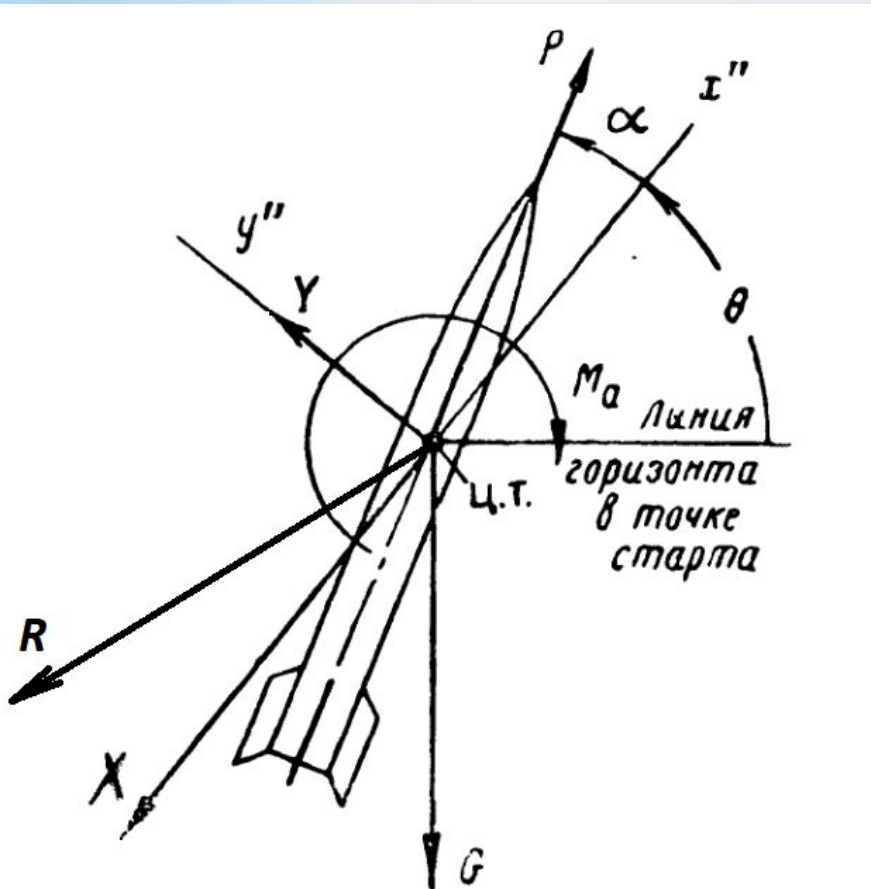
Плотными слоями атмосферы называют два ее самых нижних слоя - тропосферу (примерно на высоте 11-12 км) и стратосферу (на высоте примерно от 11-12 до 50 км).

Плотность тропосферы уменьшается от 1,2 - 1,4 кг/м³ у земной поверхности до 0,4 кг/м³ на высоте 11 км.

Плотность стратосферы уменьшается от 0,4 кг/м³ на высоте 11 км до 0,001 кг/м³ на высоте 50 км.



Силы и моменты, действующие на ракету



Фиг. 7.5. Силы и момент, действующие на ракету (при приведении аэродинамических сил к центру тяжести).

Система координат $Ox''y''$ - скоростная.

Силы, действующие на ракету:

P - тяга двигателя;

G - сила тяжести;

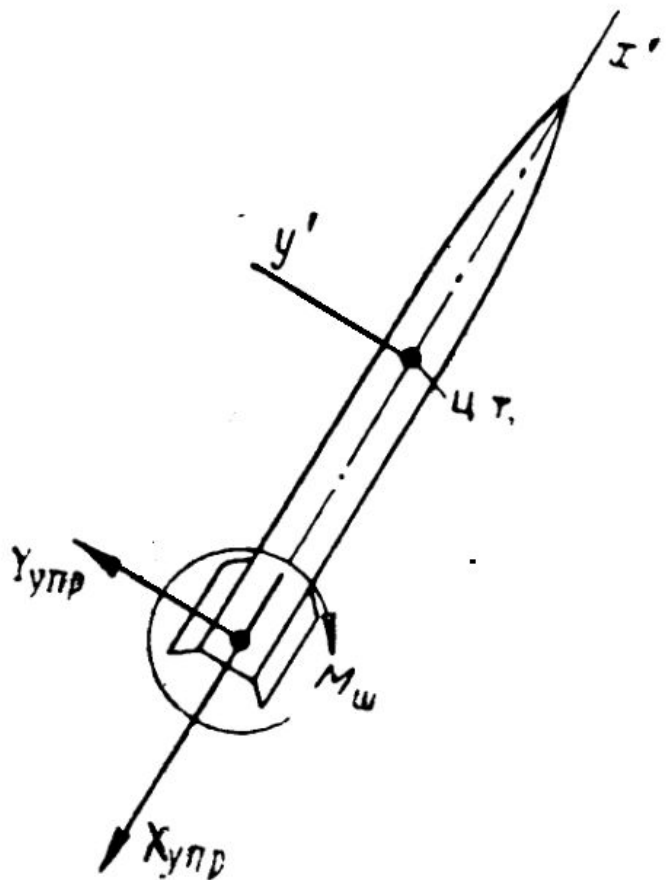
R - полная аэродинамическая сила;

X - сила лобового сопротивления;

Y - подъемная сила;

M_a - полный аэродинамический момент.

Дополнительные силы и моменты



Фиг. 7.7. Управляющие усилия.

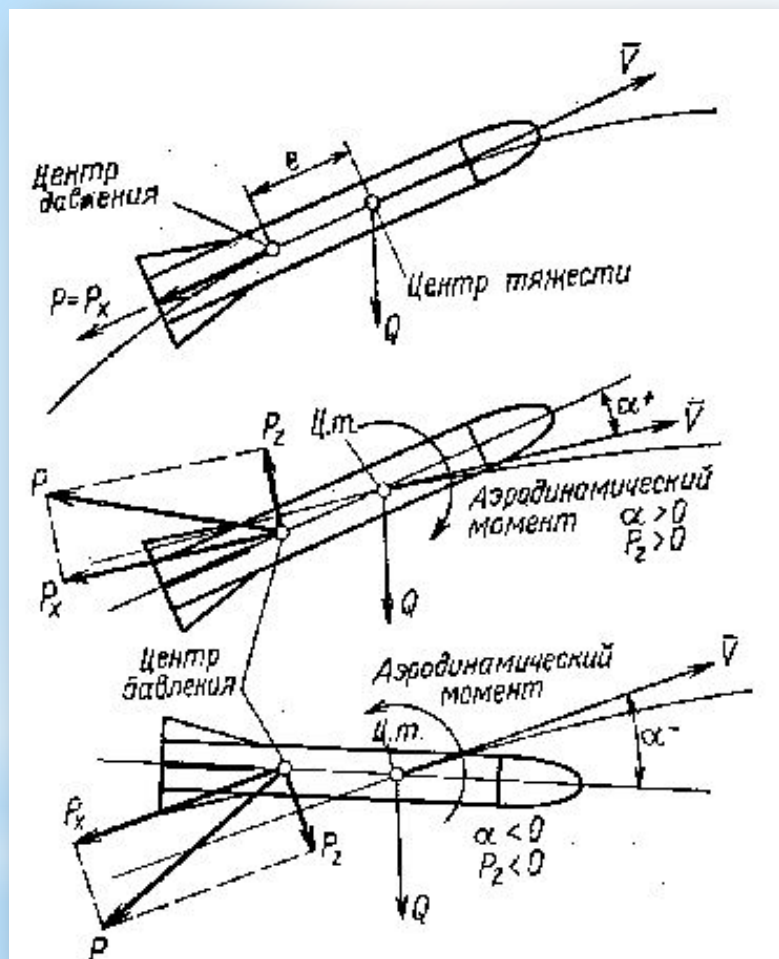
Управляющие усилия:

$Y_{упр}$ - управляющая сила;

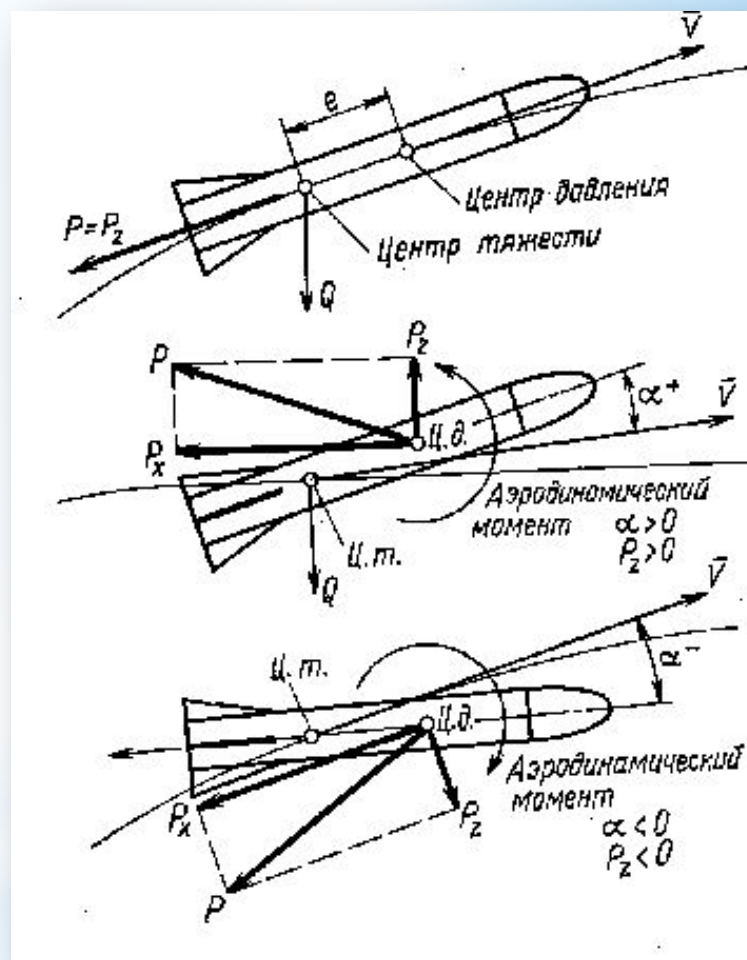
$X_{упр}$ - сила потери тяги на органах управления;

$M_{ш}$ - шарнирный момент.

Устойчивый и неустойчивый полет ракеты



Фиг. 7.8. Устойчивое движение



Фиг. 7.9. Неустойчивое движение

Список литературы

- 1) В.И. Федосеев, Г.Б. Синярев - «Введение в ракетную технику», Оборонгиз; Москва, 1961
- 2) М.Н. Авилов - «Модели ракет», ДОСААФ Москва, 1968
- 3) <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0>
- 4) <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0>