

Доклад на тему «Подъемная сила
крыла»

Подъемная сила крыла

Автор: Синегубов Андрей

Группа: ЭЗ-42

Художественный руководитель: Бурцев Сергей
Алексеевич

Постановка проблемы

- 1) Почему самолет, весящий более 140 тонн, удерживается в воздухе?
- 2) Какие силы способствуют поднятию самолета в воздух и нахождение в нем?



Модель среды

Среда:

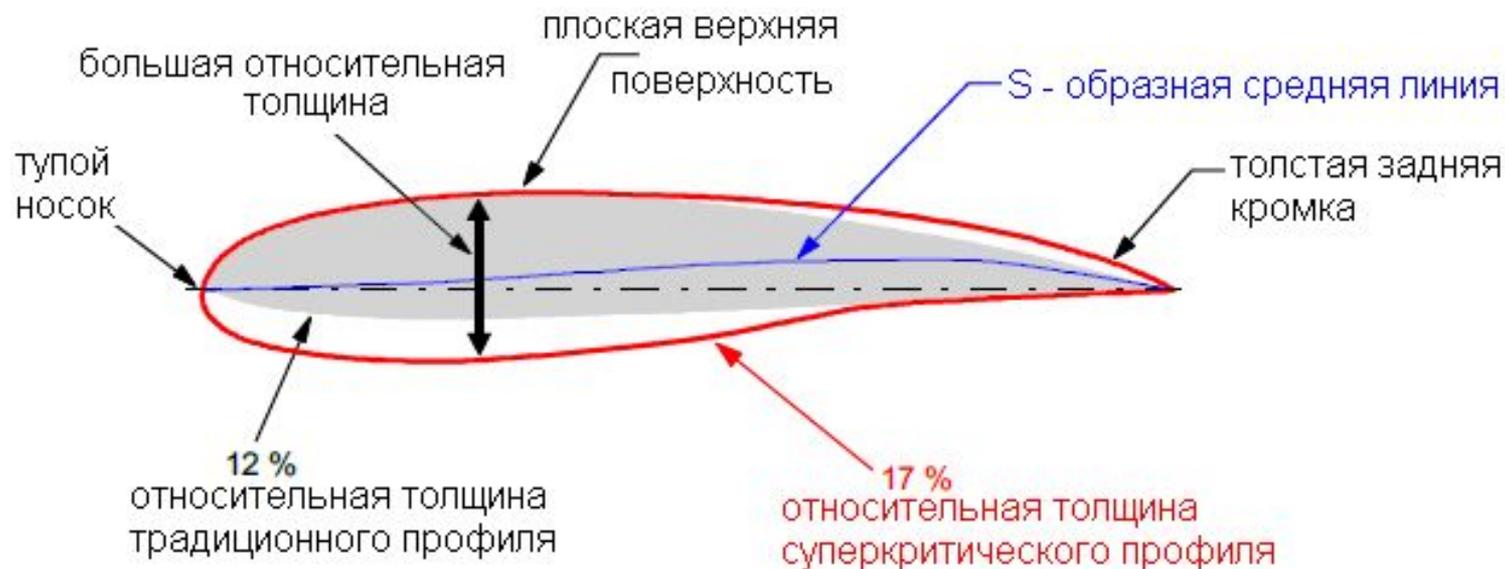
- Сплошная. Распределение массы и физико-механических свойств непрерывны
- Однородная
- Несжимаемая. Плотность среды – постоянная величина
- Идеальная. Частицы ведут себя как упругие шарики, внутри которых нет касательных напряжений

Движение жидкости:

- Установившееся. Поведение газа с течением времени не изменяется
- Потенциальное. Частицы движутся без вращения
- Двумерное. Линии тока параллельны фиксированной плоскости
- Прямолинейно-поступательное. Все частицы движутся по одной траектории с равной по величине скоростью и заданным направлением

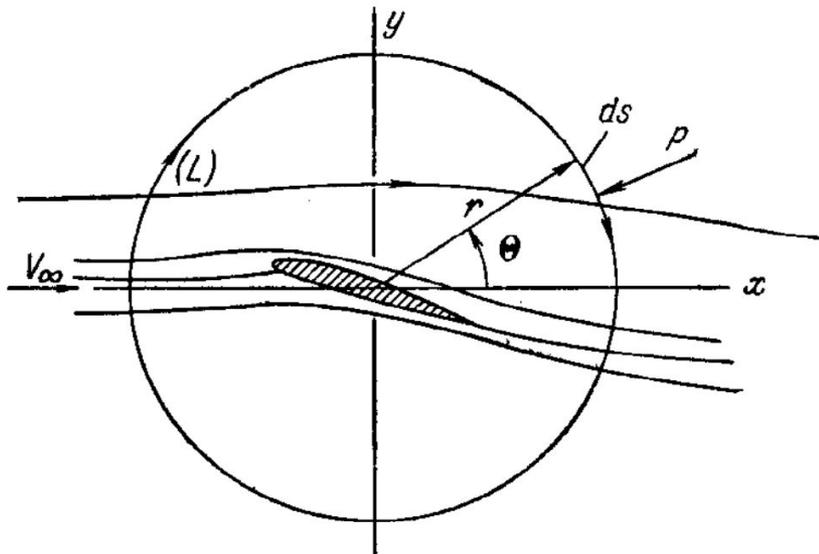
Аэродинамический профиль

- Поперечное сечение крыла несимметричной формы



Контрольная поверхность

Контрольная поверхность – жидкий объем, представляющий цилиндрическую поверхность, располагающуюся в пределах нашей модели

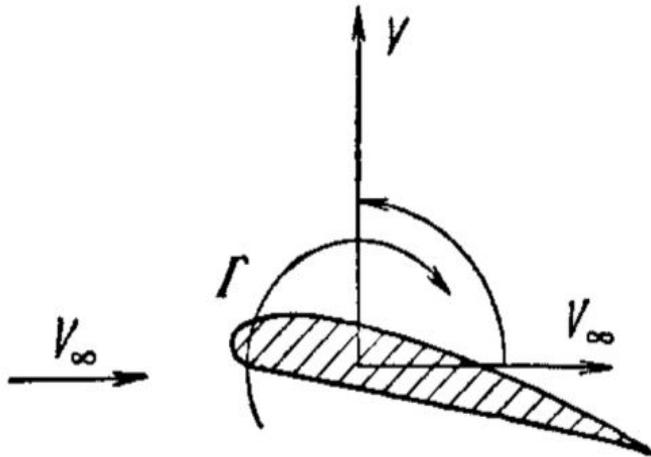


- 1) Образующая поверхности – окружность
- 2) Центр масс поверхности на пересечении осей
- 3) Центр масс поверхности совпадает с центром масс аэродинамического профиля, заключенного в эту поверхность

Расчетные формулы

$\rho \operatorname{div}(\mathbf{v}) = 0$	(1)	Уравнение неразрывности согласно модели
$\int_{s_1} \rho v_n ds = \int_{s_2} \rho v_n ds$	(2)	Уравнение расхода
$R = P - \frac{dI}{dt}$	(3)	Реакция со стороны профиля на среду
$\Gamma = \oint_S V_s ds$	(4)	Циркуляция скорости по заданному контуру
$(\mathbf{v} \nabla) \mathbf{v} = f_m - \frac{1}{\rho} \operatorname{grad} p$	(5)	Уравнение движения в форме Эйлера согласно нашей модели
$p - p_\infty = \frac{\rho v_\infty^2}{2} - \frac{\rho v^2}{2}$	(6)	Уравнение Бернулли

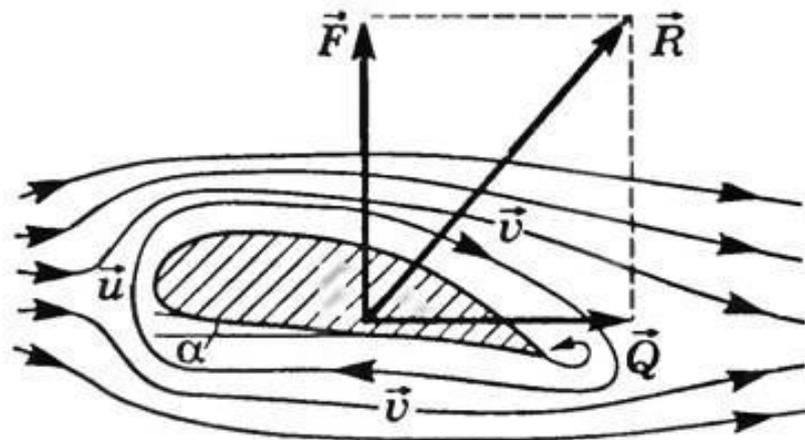
Теорема Жуковского



$$F_x = 0; F_y = \rho v_\infty \Gamma$$

Если потенциальный установившийся поток несжимаемой жидкости обтекает контрольную поверхность перпендикулярно к образующим, то на участок поверхности, имеющей длину образующей, равную единице, действует сила, направленная к скорости набегающего потока и равная произведению плотности жидкости на скорость потока на бесконечности и на циркуляцию скорости по любому замкнутому контуру, охватывающему обтекаемый цилиндр. Направление подъемной силы получается при этом из направления вектора скорости потока на бесконечности поворотом его на прямой угол против направления циркуляции.

Подъемная сила крыла



- Чаще всего поперечное сечение представляет собой несимметричный профиль с выпуклой верхней частью. Перемещаясь, крыло самолета рассекает среду. Одна часть встречных струек пойдет под крылом другая над крылом. Благодаря геометрии профиля траектория полета верхних струек по модулю выше нижних, но количество воздуха набегающего на крыло и стекающего с него одинаковое. Верхние струйки движутся быстрее, то есть как бы догоняют нижние, следовательно скорость под крылом меньше скорости потока над крылом. Если обратиться к уравнению Бернулли, то можно заметить, что с давлением ситуация совпадает с точностью наоборот. Внизу давление высокое, а наверху низкое. Давление снизу создает подъемную силу, заставляющую самолет подняться в воздух. Вследствие такого явления возникает циркуляция вокруг крыла, которая постоянно поддерживает эту подъемную силу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Н.Я. Фабрикант. Аэродинамика
- http://kipla.kai.ru/liter/Spravochnic_avia_profiley.pdf