

Механика

Лекция 21

Первым пилотом, достигшим сверхзвуковой скорости в управляемом полёте, стал американский лётчик-испытатель Чак Йегер на экспериментальном самолёте Bell, достигший в пологом пикировании скорости $M=1.06$. Это произошло 14 октября 1947 года.

Звуковой барьер. Википедия.

Лекция 21

План

Глава 8. Волны

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

П.8.4.2. Закон Вебера-Фехнера

П.8.4.3. Эффект Доплера.

П.8.4.4. Акустические резонаторы

П.8.5. Ударные волны.

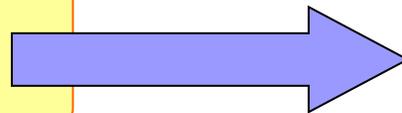
Глава 9. Основы гидро и аэромеханики

П.9.1. Основы гидро- и аэростатики.

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

$$I = \frac{1}{2} \nu \rho_0 \omega^2 u_0^2$$



$$I = \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta p_0^2}{\rho_0 \nu}$$

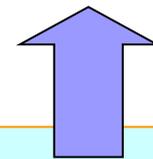
$$\delta p = -E \varepsilon,$$

$$\nu = \sqrt{\frac{E}{\rho_0}},$$

$$\varepsilon = \frac{\partial u}{\partial x} = k u_0 \sin(\omega t - kx)$$



$$\delta p_0 = \nu \rho_0 \omega u_0$$



П.8.4.1. Звук и его характеристики.

Примеры.

1) Порог болевого ощущения

$$\delta p_0 = 300 \text{ Па}$$

$$u_0 = \frac{\delta p_0}{\rho v \omega} = \frac{300}{3301.3 \cdot 6.28 \cdot (1 \cdot 10^3)} \approx 10^{-4} \text{ м} = 0.0 \text{ км}$$

2) Предел слышимости

$$\delta p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$$

$$u_0 = 0.8 \cdot 10^{-9} \text{ см}$$

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

Инфразвук :

менее 20 Гц

Звук :

20 Гц - 20 КГц

Ультразвук :

20 кГц - 1 ГГц

Гиперзвук :

более 1 ГГц

Характеристики:

Высота

Тембр

Громкость

Лекция 21

План

Глава 8. Волны

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

П.8.4.2. Закон Вебера-Фехнера

П.8.4.3. Эффект Доплера.

П.8.4.4. Акустические резонаторы

П.8.5. Ударные волны.

Глава 9. Основы гидро и аэромеханики

П.9.1. Основы гидро- и аэростатики.

П.8.4.2. Закон Вебера-Фехнера.

Закон Вебера –Фехнера (1846 г.):

**чувствительность уха человека к звуку
пропорциональна логарифму
интенсивности звука**

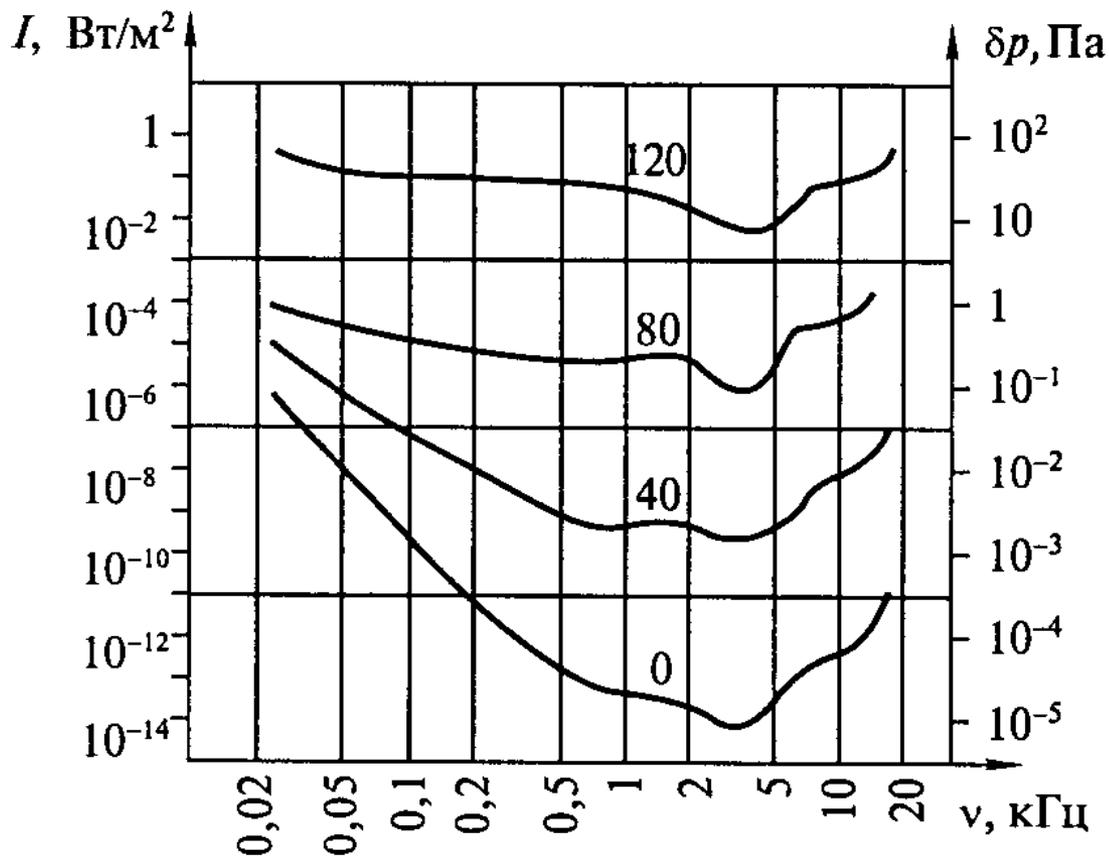
$$\beta = 1 \text{г} \frac{I}{I_{\text{нор}}}$$

-громкость
[фон]

$$L_p = 10 \text{г} \frac{I}{I_{\text{нор}0}} = 20 \text{г} \frac{\delta p}{\delta p_{\text{нор}0}}$$

-уровень звукового
давления [децибел]

П.8.4.2. Закон Вебера-Фехнера.



Лекция 21

План

Глава 8. Волны

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

П.8.4.2. Закон Вебера-Фехнера

П.8.4.3. Эффект Доплера.

П.8.4.4. Акустические резонаторы

П.8.5. Ударные волны.

Глава 9. Основы гидро и аэромеханики

П.9.1. Основы гидро- и аэростатики.

П.8.4.3.Эффект Доплера



Лекция 21

План

Глава 8. Волны

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

П.8.4.2. Закон Вебера-Фехнера

П.8.4.3. Эффект Доплера.

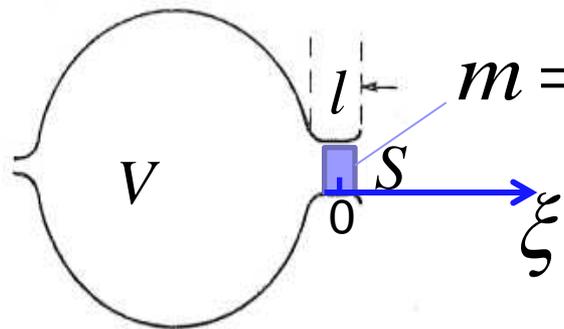
П.8.4.4. Акустические резонаторы

П.8.5. Ударные волны.

Глава 9. Основы гидро и аэромеханики

П.9.1. Основы гидро- и аэростатики.

П.8.4.4. Акустические резонаторы



$$m = \rho \cdot l \cdot S$$

$$\frac{\delta p}{\rho} = -\frac{S \cdot \xi}{V}$$

$$\delta p = \frac{dp}{d\rho} \delta \rho = v^2 \delta \rho$$

$$m \frac{d^2 \xi}{dt^2} = \delta p \cdot S$$

Лекция 21

План

Глава 8. Волны

П.8.4. Элементы акустики.

П.8.4.1. Звук и его характеристики.

П.8.4.2. Закон Вебера-Фехнера

П.8.4.3. Эффект Доплера.

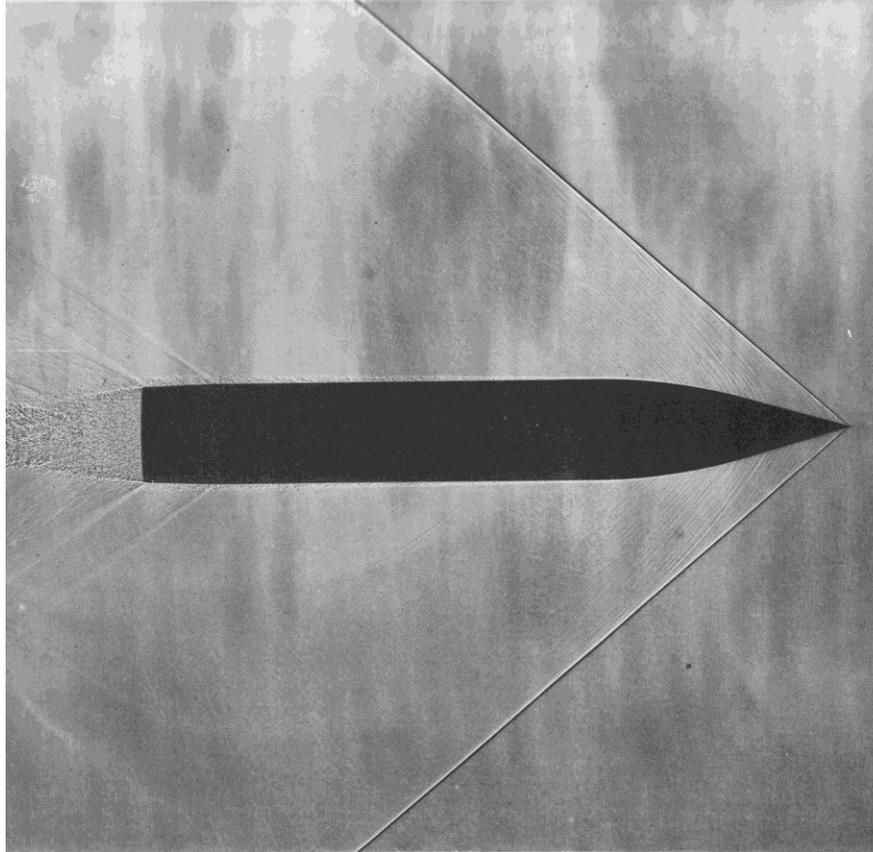
П.8.4.4. Акустические резонаторы

П.8.5. Ударные волны.

Глава 9. Основы гидро и аэромеханики

П.9.1. Основы гидро- и аэростатики.

П.8.5. Ударные волны.



$M=2.58$

Ударная волна – движущаяся по веществу поверхность разрыва непрерывности скорости течения, давления, плотности и других величин (Физическая энциклопедия).

П.8.5 Ударные волны.



<http://www.news.navy.mil/management/photodb/photos/990707-N-6483G-001.jpg>

Лекция 21

План

Глава 9. Основы гидро и аэромеханики

П.9.1. Основы гидро- и аэростатики.

П.9.1.1. Закон Паскаля.

П.9.1.2. Основное уравнение гидростатики.

П.9.1.3. Сжимаемость жидкостей и газов.

П.9.1.4. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле сил тяжести. Барометрическая формула.

П.9.1.5. Закон Архимеда.

П.9.1.6. Условия устойчивого плавания тел.

П.9.1.1. Закон Паскаля.

Свойства жидкостей и газов

- принимают форму сосуда
- отсутствуют касательные напряжения
- отсутствуют напряжения растяжения
- сила напряжения (сила давления) перпендикулярна площадке, на которую она действует

Лекция 21

План

Глава 9. Основы гидро и аэромеханики

П.9.1. Основы гидро- и аэростатики.

П.9.1.1. Закон Паскаля.

П.9.1.2. Основное уравнение гидростатики.

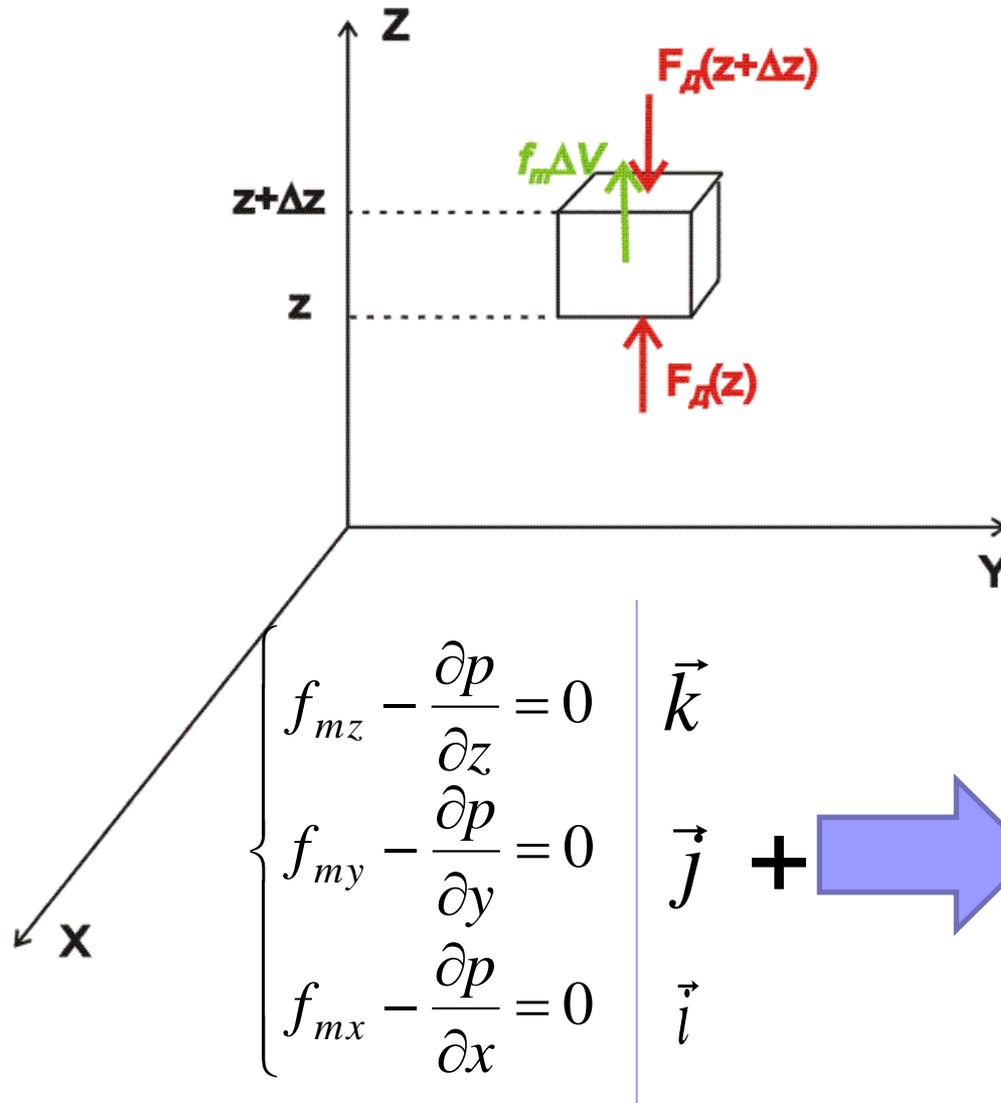
П.9.1.3. Сжимаемость жидкостей и газов.

П.9.1.4. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле сил тяжести. Барометрическая формула.

П.9.1.5. Закон Архимеда.

П.9.1.6. Условия устойчивого плавания тел.

П.9.1.2. Основное уравнение гидростатики.



$$+ \quad \vec{f}_m - \text{grad} p = 0$$

Лекция 21

План

Глава 9. Основы гидро и аэромеханики

П.9.1. Основы гидро- и аэростатики.

П.9.1.1. Закон Паскаля.

П.9.1.2. Основное уравнение гидростатики.

П.9.1.3. Сжимаемость жидкостей и газов.

П.9.1.4. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле сил тяжести. Барометрическая формула.

П.9.1.5. Закон Архимеда.

П.9.1.6. Условия устойчивого плавания тел.

П.9.1.3. Сжимаемость жидкостей и газов.

$$\gamma = -\frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dp} \right)_{T=const}$$

Изотермический коэффициент

$$K = -V \left(\frac{dp}{dV} \right)_{T=const}$$

Модуль всестороннего сжатия

Лекция 21

План

Глава 9. Основы гидро и аэромеханики

П.9.1. Основы гидро- и аэростатики.

П.9.1.1. Закон Паскаля.

П.9.1.2. Основное уравнение гидростатики.

П.9.1.3. Сжимаемость жидкостей и газов.

П.9.1.4. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле сил тяжести. Барометрическая формула.

П.9.1.5. Закон Архимеда.

П.9.1.6. Условия устойчивого плавания тел.

П.9.1.4. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле сил тяжести. Барометрическая формула.

