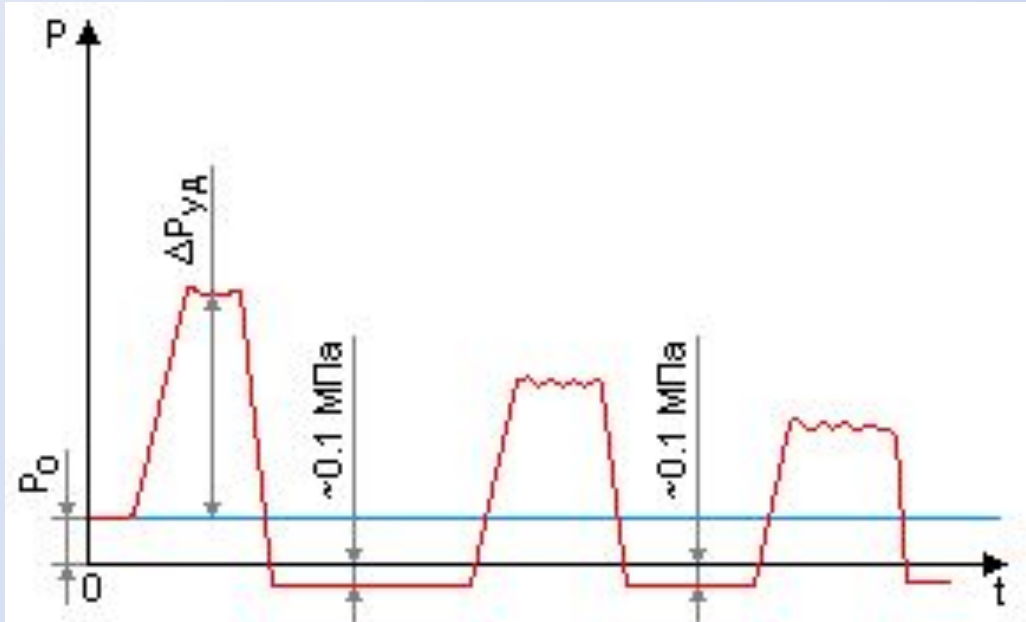
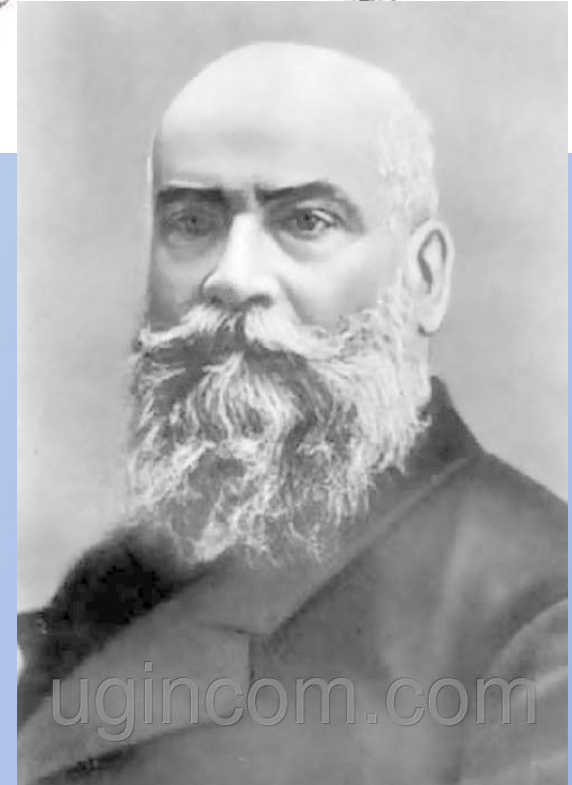


Гидроудар



$$\Delta P_{уд} = \rho \cdot V_0 \cdot V_1 \cdot d$$

$$T = \lambda \sqrt{2 \Delta t} / c$$



Изэнтропические соотношения в сжимаемых средах.

Уравнение баланса энергии в сжимаемых средах.

Число Маха и скоростной коэффициент.

Изэнтропические соотношения.

Одномерное стационарное движение сжимаемой среды по трубе переменного сечения

Уравнение баланса энергии.

• При стационарном (баротропном) движении идеальной среды под действием потенциальных объемных сил сумма кинетической энергии единицы массы, внутренней энергии и потенциала объемных сил сохраняет вдоль линии тока постоянное значение.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{V^2}{2} + \Pi + U \right) = 0$$

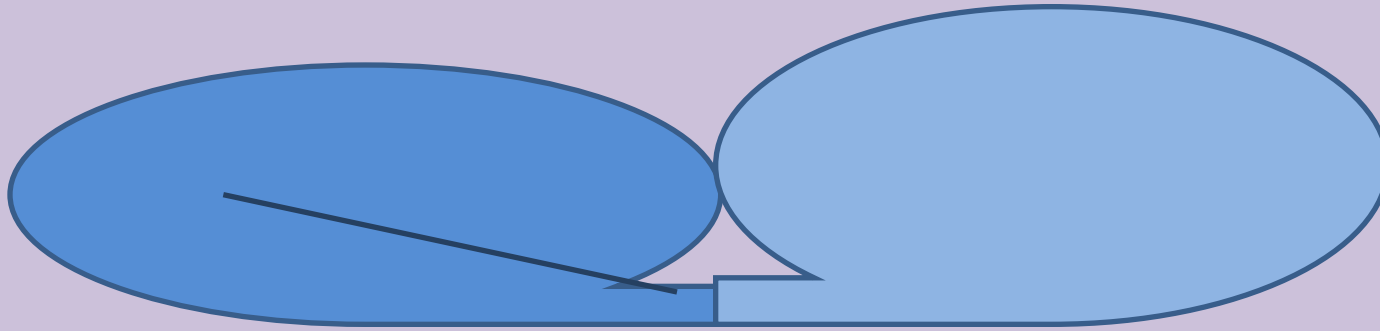
$$dh = dU + RdT$$

• Энтальпия — это та энергия, которая доступна для преобразования в теплоту при определенном постоянном давлении

$$h = C_p T$$

$$dU = dh - \frac{dp}{\rho(p)} \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{V^2}{2} + h \right) = 0$$

Число Маха.



Если в потоке истечения скорость сжимаемой среды достигнет в выходном сечении патрубка местной скорости звука, называемой *критической*, то в этом, также называемом *критическим* сечении, давление, температура и плотность примут одинаковые для всех частиц среды значения тоже называемые *критическими*.

В адиабатическом движении сжимаемой среды критические значения параметров состояния определяются по статическим значениям параметров.

Число Маха.

Числом Маха называется отношение скорости движения сжимаемой среды в выбранной точке потока к соответствующей этой точке местной скорости звука.

$$M = \frac{V}{V_{зв}} \quad \lambda = \frac{V}{V_{зв}^*} \quad V_{зв} = \sqrt{\kappa RT / \mu}$$

$$\frac{\kappa}{3} M^2 = \frac{V^2}{V_{кв}^2} \quad V_{кв} = \sqrt{3RT / \mu}$$

$M < 1$ - кинетическая энергия направленного движения меньше кинетической энергии хаотического, поток в данной точке является *дозвуковым*;

$M = 1$ - поток в данной точке является *звуковым*;

$M > 1$ - поток в данной точке является *сверхзвуковым*

Изэнтропические формулы

$$\frac{V^2}{2} + c_p T = c_p T_0$$

$$h = C_p T \quad h_0 = C_p T_0$$

$$\frac{T}{T_0} = \left(1 + \frac{\kappa - 1}{2} M^2\right)^{-1}$$

$$h = \frac{V^2}{(\kappa - 1)} \quad V = V_{36} = V_{36}^*$$

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \left(\frac{T}{T_0} \frac{\kappa - 1}{2} M^2\right)^{-\frac{1}{\kappa - 1}}$$

$$\frac{V^2}{2} + h = h_0 \quad h_0 = \frac{\kappa + 1}{2(\kappa - 1)} V_{36}^{*2}$$

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{T}{T_0} \frac{\kappa - 1}{2} M^2\right)^{-\frac{\kappa}{\kappa - 1}}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{\kappa - 1}{2}} \frac{M}{\sqrt{1 + \frac{\kappa - 1}{2} M^2}}$$

Одномерное стационарное движение сжимаемой среды по трубе переменного сечения

- Не учитывая кривизну оси канала, выбираем в качестве оси ось координаты x .
- Поток сжимаемой среды считаем адиабатическим, саму среду идеальной, поэтому движение среды можно считать изэнтропическим

$$V_x \rho \frac{dV_x}{dx} = -\rho \frac{d\rho}{\rho} V_x = -V_x \frac{d\rho}{\rho}$$

$$\left(M^2_x - 1 \right) \frac{dV_x}{V_x} = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{\rho} = \frac{d\Omega}{\Omega}$$

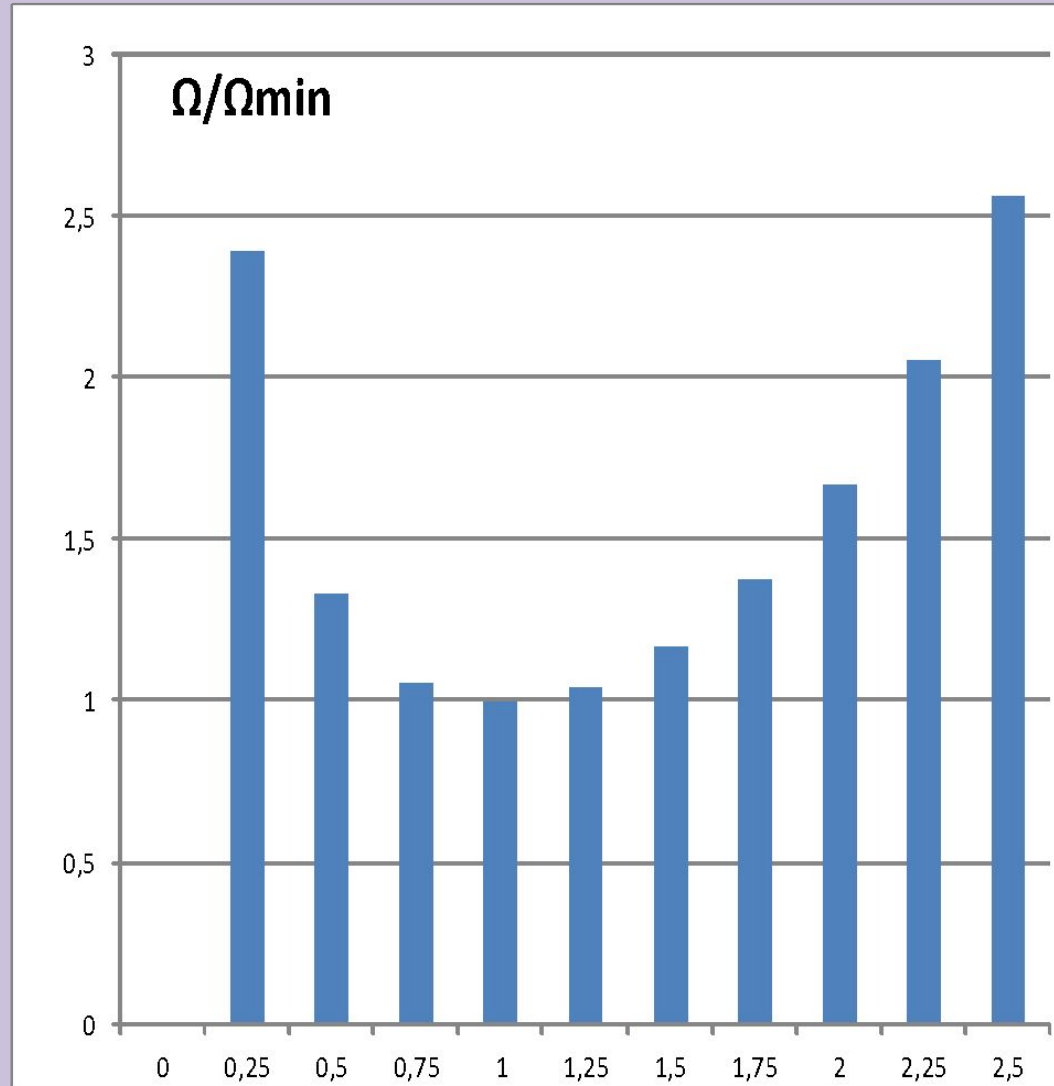
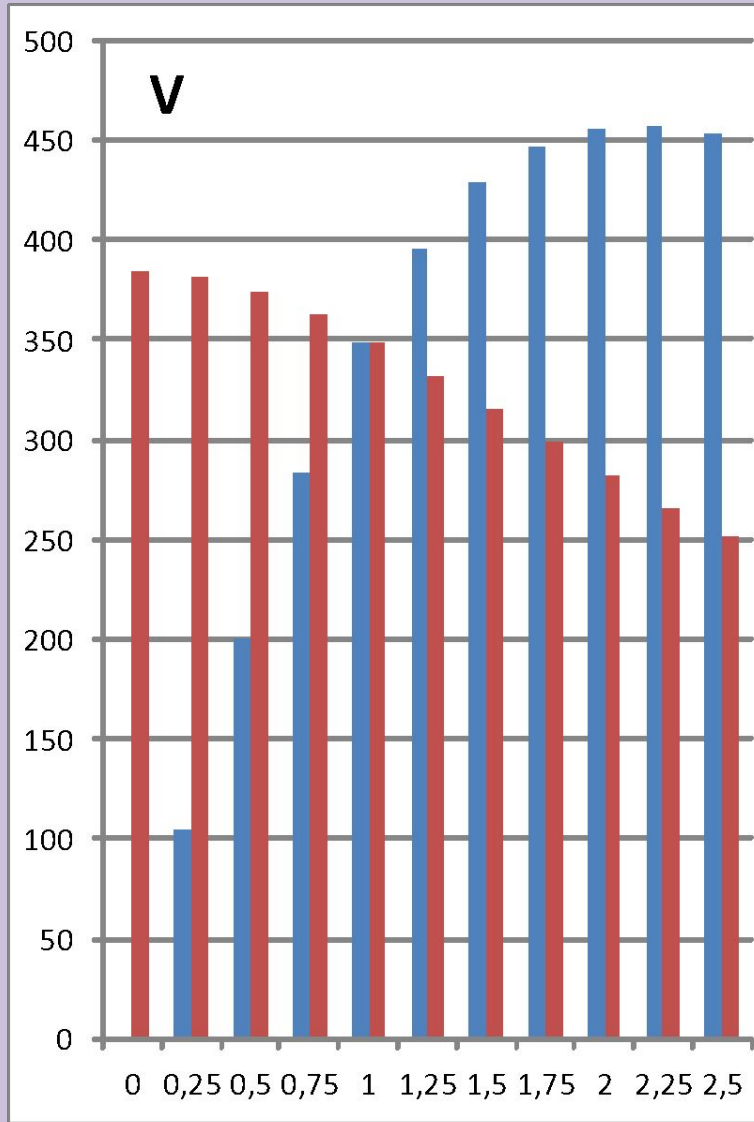
$$\left(\frac{d\rho}{\rho} + V_x \frac{dV_x}{V_x} \right) = \frac{d\Omega}{\Omega} = 0$$

$$\rho V_x \Omega = const$$

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \left(1 + \frac{\kappa - 1}{2} M^2 \right)^{-\frac{1}{\kappa - 1}}$$

$$\frac{\Omega}{\Omega_1} = \frac{M_1}{M} \left(\frac{1 + (\kappa - 1)M^2/2}{1 + (\kappa - 1)M_1^2/2} \right)^{\frac{\kappa+1}{2(\kappa-1)}}$$

$$\frac{\Omega}{\Omega^*} = \frac{1}{M} \left(\frac{1 + (\kappa - 1)M^2/2}{1 + (\kappa - 1)/2} \right)^{\frac{\kappa+1}{2(\kappa-1)}} = \Theta^{-1}$$



Э. Мах: «Согласно нашему пониманию, законы природы порождаются нашей психологической потребностью найти их среди явлений природы». Цель науки не истина, а экономия мышления.



ЭРНСТ МАХ
(1838-1916)

Лекция закончилась

