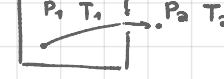


7) Уравнение Бернулли для идеального газа. Истечение идеального газа из отверстия

стационарное течение газа:
для каждого сечения $\hookrightarrow \rho v S = \text{const}$

уравнение Бернулли: $\frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} + u + u_{\text{пот}} = \text{const}$
внутренняя и потенциальная энергии единицы массы газа

истечение газа из малого отверстия



удельная энтальпия: $h = \frac{p}{\rho} + u$

$\frac{v_1^2}{2} + h_1 = \frac{v_2^2}{2} + h_2$
 $v_1 = 0$ (сосуд большой) $\Rightarrow v_2 = \sqrt{2(h_1 - h_2)}$

молярная энтальпия:
 $H = u + pV = c_v T + RT = c_p T$
 $h = \frac{H}{M} = \frac{c_p}{M} T$

скорость истечения: $v = \sqrt{\frac{2c_p}{M} (T_1 - T_2)} = \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \frac{RT_1}{M} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)} = c_{3B} \sqrt{\frac{2}{\gamma-1} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)}$
 $[c_p = \frac{\gamma}{\gamma-1} R]$ $[c_{3B} = \sqrt{\frac{\gamma RT_1}{M}}]$

процесс истечения газа - адиабатический
тогда $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$ и $v = c_{3B} \sqrt{\frac{2}{\gamma-1} \left(1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right)}$

максимальная скорость газа достигается при его истечении в вакуум: $P_2 = 0$
 $v_{\text{max}} = c_{3B} \sqrt{\frac{2}{\gamma-1}}$
 $v_{\text{max}} > c_{3B}$