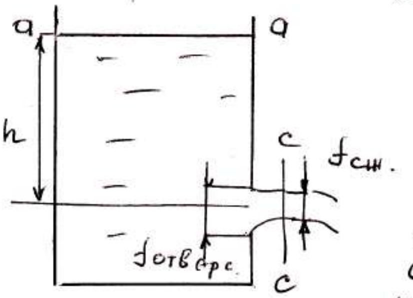
Занятие №15

Истечение жидкости через насадки

4.Определение расхода и скорости истечения жидкости через отверстие

Вытекая из отверстия, струя жидкости сжимается. Площадь её живого сечения в плоскости с–с меньше площади отверстия



$$\frac{f_{сж.}}{f_{отв}} = \Delta;$$ Δ – коэффициент объемного сжатия струи.

$\Delta_{кр.\,отв} = 0{,}64$ – для круглого отверстия;

Для сечений „а–а" и „с–с" определяется скорость истечения жидкости по уравнению Бернулли

$$\frac{v_a^2}{2g} + \frac{p_a}{\gamma} + h = \frac{v_c^2}{2g} + \frac{p_c}{\gamma} + h_c + h_м;$$

$$p_a = p_c = p_{атм}; \quad v_a = 0; \quad h_м = \frac{\varepsilon v_c^2}{2g}; \quad h_c \approx 0;$$

$$h = \frac{v_c^2}{2g} + \frac{\varepsilon v_c^2}{2g} = \frac{v_c^2}{2g}(1+\varepsilon)$$

$$v_c = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1+\varepsilon}} = \varphi\sqrt{2gh}; \quad \varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\varepsilon}}$$ – коэффициент скорости

$$\boxed{v_c = \varphi\sqrt{2gh}}$$ – скорость истечения жидкости через отверстие

$Q = v_c f_{сж.}$ – расход

$$Q = v_c f_{сж} = v_c f_{отв} \cdot \Delta$$

$$Q = \varphi\sqrt{2gh} \cdot f_{отв} \cdot \Delta;$$

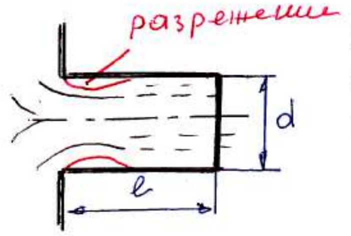
если $\varphi \cdot \Delta = \mu$, μ = коэффициент расхода

$$\boxed{Q = \mu f_{отв}\sqrt{2gh}}$$ – расход жидкости при истечении через отверстие

$\mu_{кр\,отв.} = 0{,}62$

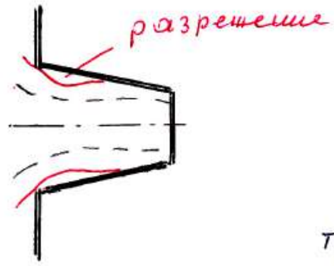
Истечение жидкости через насадки

(1)

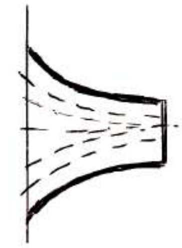


Цилиндрический насадок за счёт разрежения позволяет увеличить расход Q (примерно в 1,32 раза)

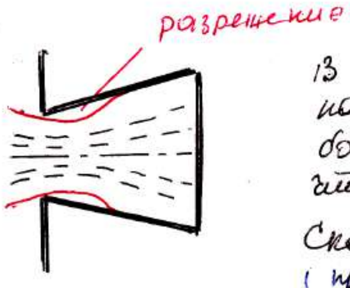
$\ell = 3 \ldots 6\,d$



Конический насадок за счёт разрежения увеличивает расход Q. За счёт сужения канала увеличивается скорость V (применяется в брандспойтах, топливных форсунках, гидромониторах для размыва грунта)

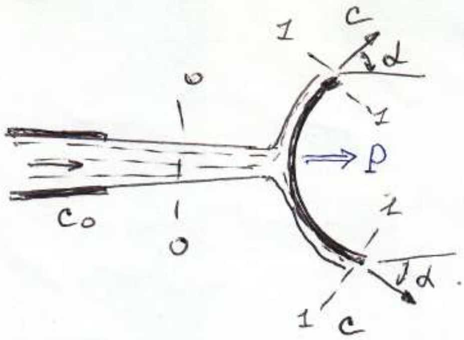


В коноидальных насадках сопротивление меньше, потери меньше. (безотрывность течения, наибольшие выходные скорости и расходы; но сложность в изготовлении)



В коническом расширяющемся насадке разрежение ≈ в 2 раза больше, чем в цилиндрическом, что значительно увеличивает Q.

Скорость на выходе невелика. (применяются в качестве преобразователей скоростной энергии в потенциальную)



$m c_0 - \frac{m}{2} c \cdot \cos\alpha -$

$- \frac{m}{2} c \cdot \cos\alpha = P \Delta t;$

если $c_0 = c$

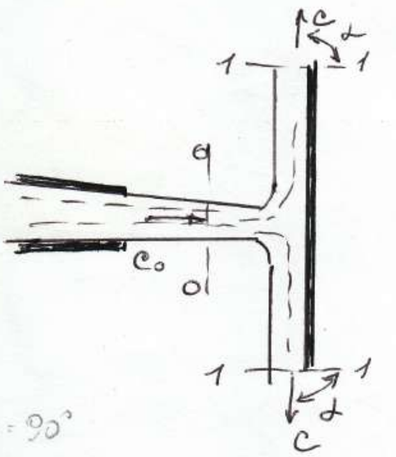
$P \Delta t = mc(1 - \cos\alpha)$

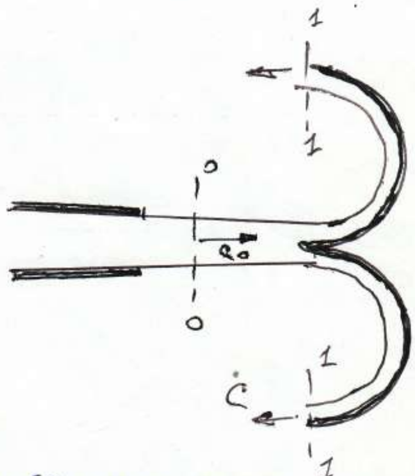
$\boxed{P = \rho Q c (1 - \cos\alpha)}$

$\alpha = 0 \Rightarrow P = 0$ (нет преграды)

$\alpha = 0 \rightarrow P = 0$ (нет преграды)
$\alpha = 90° \rightarrow$
$\alpha = 180° \rightarrow$

Таким же образом можно рассмотреть случаи с вогнутой и плоской пластиной. Наибольшей будет давление на поверхность вогнутой пластины. По этому принципу работают водяные, паровые и газовые турбины.





$\alpha = 90°$
$P = \rho Q c$

Наибольшее давление — на вогнутой поверхности

$\alpha = 180°$
$P = \rho Q c [1 - (-1)] =$
$= 2 \rho Q c$