

ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ОТВЕРСТИЯ И НАСАДКИ



www.shutterstock.com · 4295746

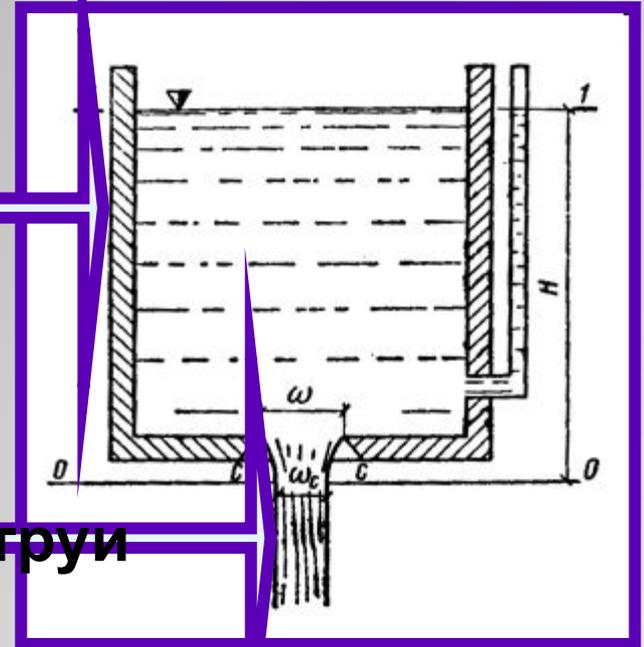
План изучения темы

- 1. Истечение жидкости из отверстия в тонкой стенке:**
 - *Понятие истечения жидкости*
 - *Отверстие в тонкой стенке*
 - *Закономерности истечения жидкости из отверстия в тонкой стенке*
- 2. Истечение жидкости через насадки:**
 - *Виды и назначение насадков*
 - *Закономерности истечения жидкости через насадки*

Истечение жидкости

Потенциальная энергия
покоящейся жидкости

Кинетическая энергия струи



Истечение – это частный случай течения жидкости, при котором потенциальная энергия жидкости, находящейся в резервуаре превращается с большими или меньшими потерями в кинетическую энергию струи жидкости

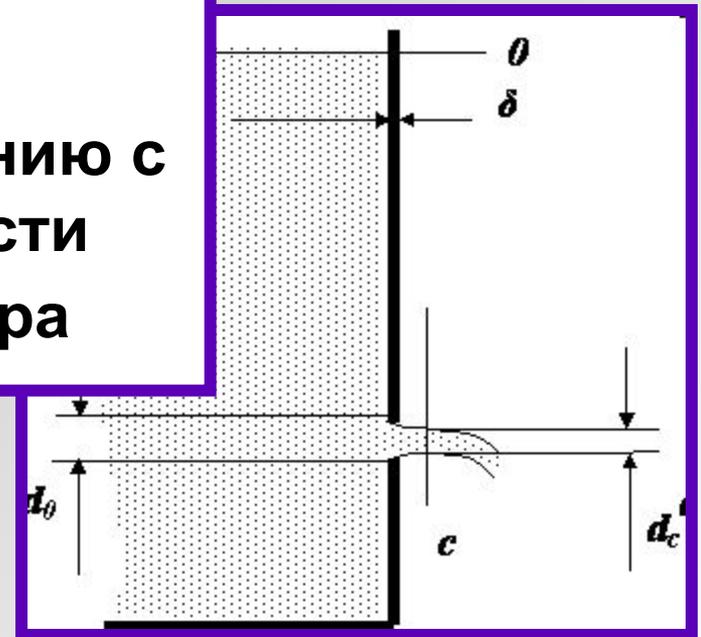
Струйное течение жидкости



- ❑ Свободная струя не имеет твёрдых стенок
- ❑ Движение происходит под действием сил инерции и веса жидкости
- ❑ Давление в потоке практически равно атмосферному

Отверстие в тонкой стенке

- **Тонкая стенка –**
стенка малой толщины, такой, что можно пренебречь гидравлическими сопротивлениями по длине канала
- **Малое отверстие –**
отверстие, размеры которого несоизмеримо малы по сравнению с размером свободной поверхности в резервуаре и величиной напора



Скорость истечения

На основании уравнения Бернулли

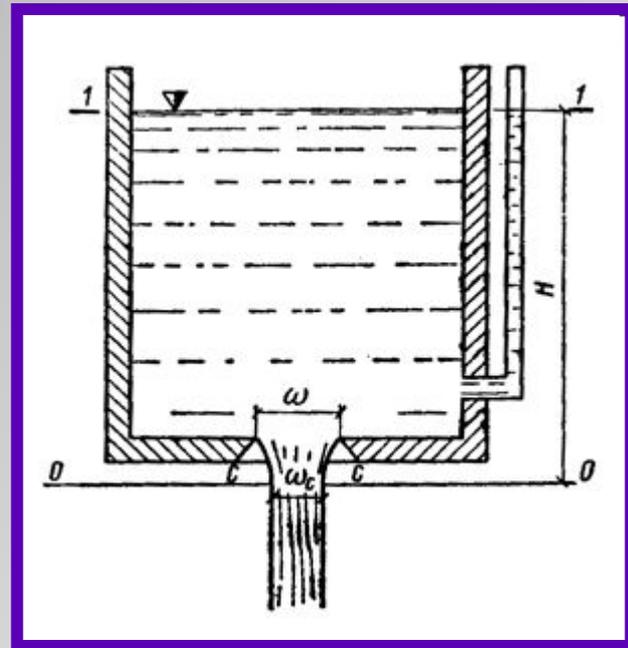
❑ **Закрытый сосуд**

$$\omega = \varphi \sqrt{2g \left(H + \frac{P_1 - P_2}{\rho g} \right)}$$

❑ **Открытый сосуд**

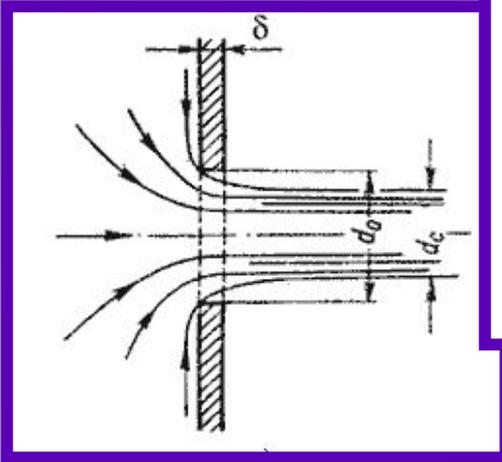
$$\omega = \varphi \sqrt{2gH}$$

φ – коэффициент скорости



$$\varphi = 0,97$$

Расход при истечении



Совершенное сжатие – ближайшие стенки и дно сосуда находятся на удалении от отверстия на расстояние не менее $3d$; в этом случае все линии тока имеют одинаковую кривизну

ε – коэффициент сжатия струи

$$\varepsilon = \frac{f_c}{f_0} \quad \varepsilon = 0,64$$

Расчет расхода

$$Q = \mu f_0 \omega$$

$\mu = \varepsilon \times \varphi$ – коэффициент расхода

$$\mu = 0,62$$

Время истечения

- Время истечения до определенного уровня

$$\tau = \frac{2F(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})}{\mu f \sqrt{2g}}$$

- Время полного опорожнения сосуда

$$\tau = \frac{2V}{Q}$$



Насадки – это короткие трубки длиной 3 – 5 диаметра, монтируемые так, чтобы внутренний канал насадка полностью соответствовал размеру отверстия в тонкой стенке

По расположению:

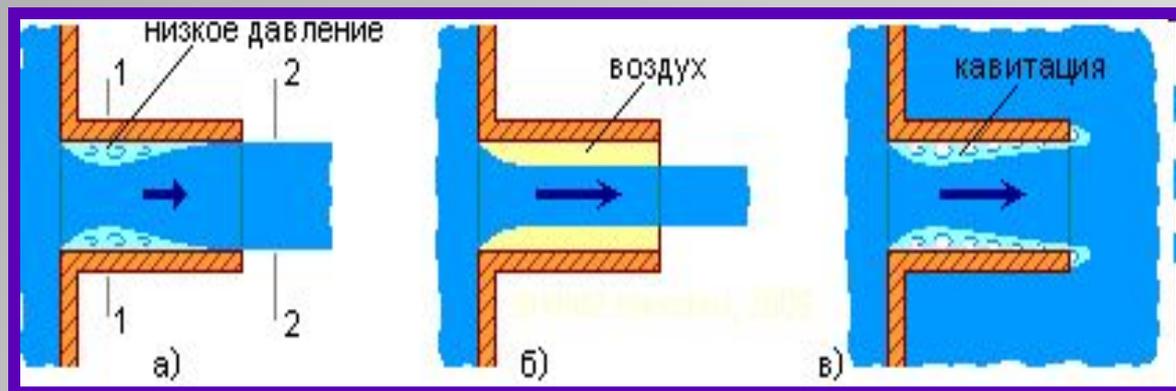
- внешние
- внутренние

По форме

- цилиндрические
- конические
- коноидальные



Причины повышения расхода при истечении через насадки

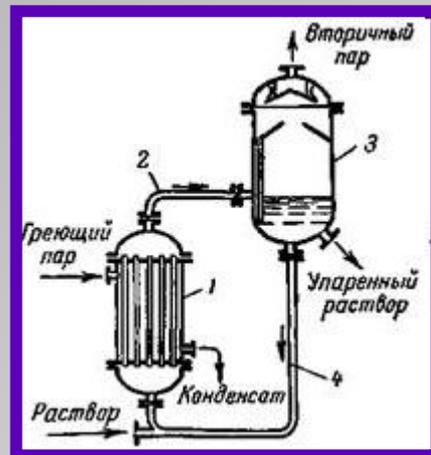
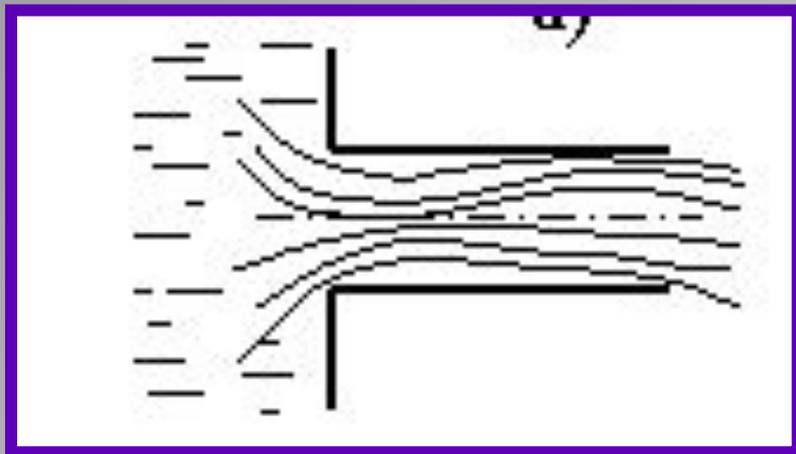


- На расстоянии от 1,0 до 1,5 диаметра струя заполняет весь насадок – нет сжатия струи
- Наличие «мертвой зоны» (области пониженного давления) – эффект подсосывания

НО: Увеличивается гидравлическое сопротивление

Практически эффект подсосывания и дополнительные сопротивления по длине компенсируются при соотношении: $l = 3-5 d$

Внешний цилиндрический насадок

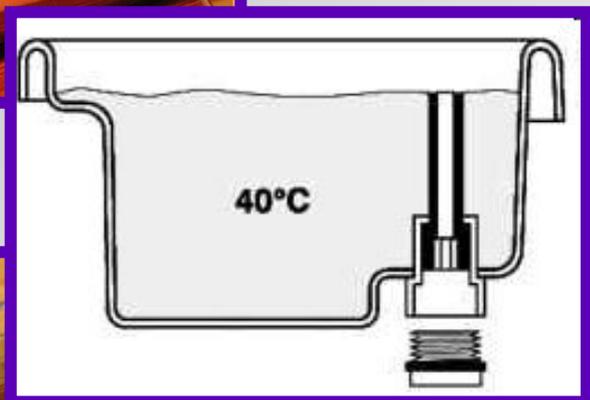
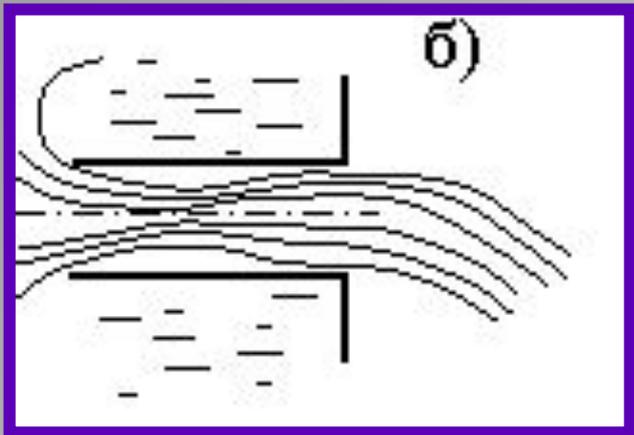


$$\varepsilon = 1$$
$$\varphi = 0,82$$

$$\mu = 0,82$$



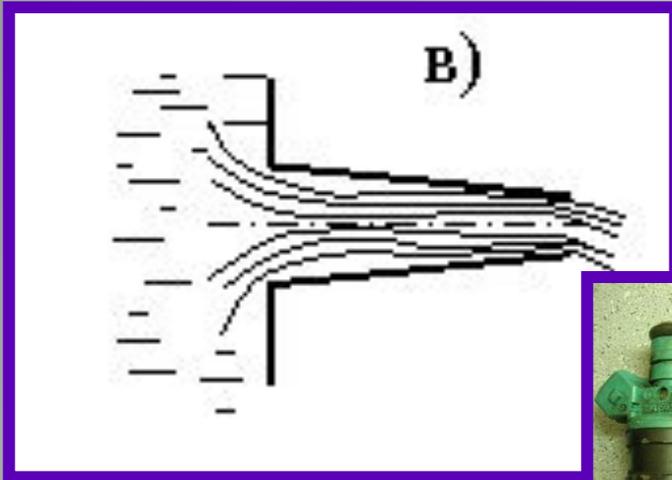
Внутренний цилиндрический насадок



$\varepsilon = 1$
 $\varphi = 0,71$
 $\mu = 0,71$



Конический сходящийся насадок



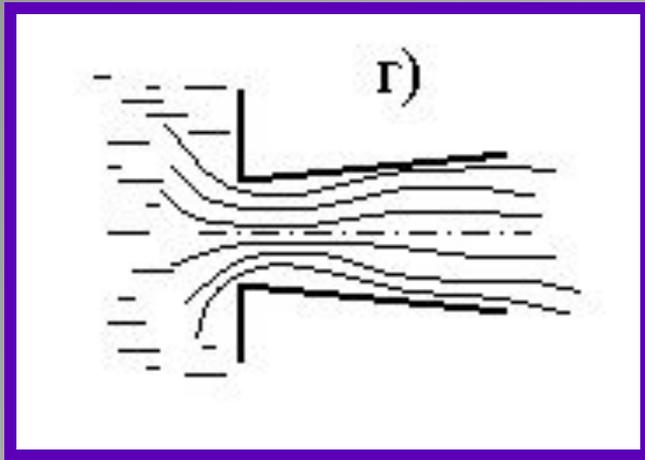
$$\varepsilon = 0,98$$

$$\varphi = 0,96$$

$$\mu = 0,94$$



Конический расходящийся насадок

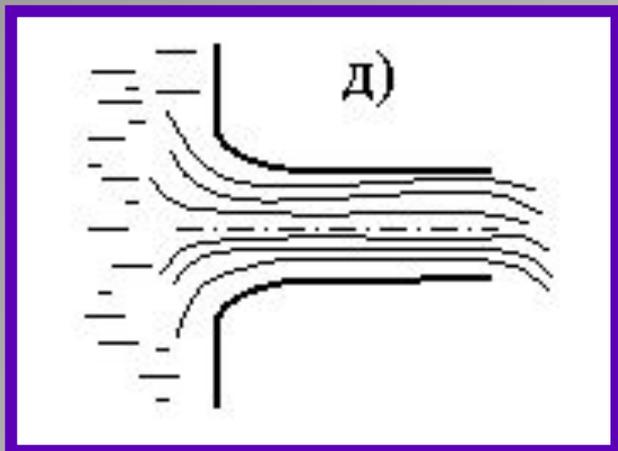


$$\varepsilon = 1$$
$$\varphi = 0,45$$

$$\mu = 0,45$$



Конoidalный насадок



$$\varepsilon = 1$$
$$\varphi = 0,97$$
$$\mu = 0,97$$

ЗАДАЧИ

1. **Рассчитать расход воды при истечении через боковое отверстие диаметром 5 см, если его центр находится на глубине 1,5 м.**
2. **Расход воды при истечении через внешний цилиндрический насадок диаметром 8 см равен 50 л/с. Уровень воды в резервуаре составляет 3 м. Рассчитать давление над уровнем воды в резервуаре.**
3. **Определить утечку воды из водопровода, если избыточное давление в трубопроводе 4 кгс/см², площадь отверстия 1 см².**
4. **Определить количество воды, поступающее в корпус судна через пробоину размером 5x13 см за 1 час, если пробоина расположена на глубине 3 м.**
5. **Определить количество воды, вытекающей за 1 час из бассейна через коноидальный насадок, если диаметр насадка равен 100 мм, а глубина воды в бассейне 5 м.**
6. **Определить время опорожнения сосуда высотой 2 м диаметром 1 м, если вода вытекает через конический сходящийся насадок диаметром 3 см, расположенный в днище сосуда.**

