

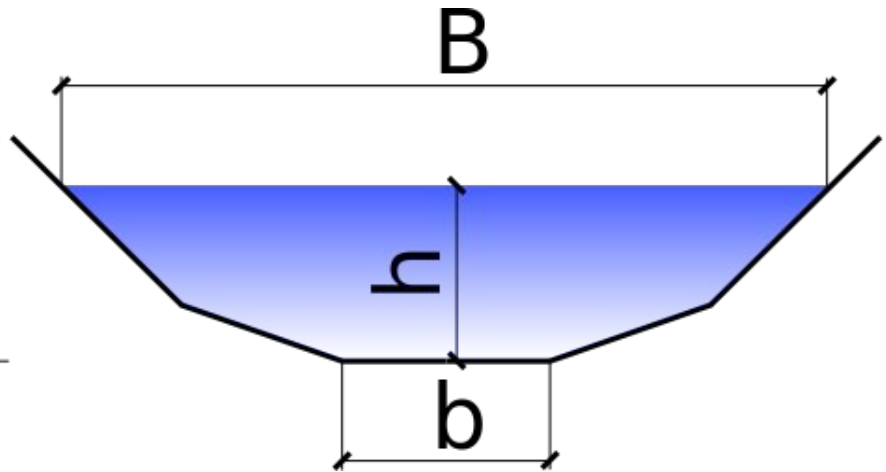
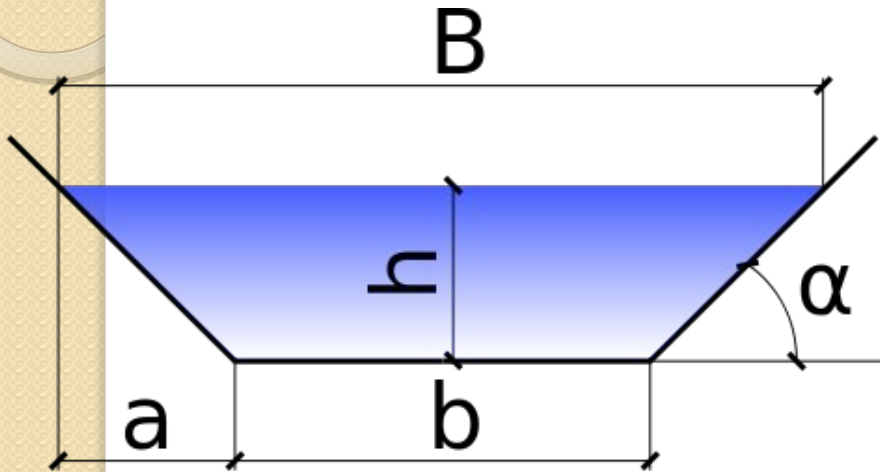
Установившееся равномерное движение воды в открытых руслах (каналах)

- 1 Общие понятия. Основные расчетные зависимости
- 2 Гидравлически наивыгоднейшее сечение канала
- 3 Расчет канала по допустимым скоростям
- 4 Основные типы задач гидравлического расчета каналов

Характеристики каналов

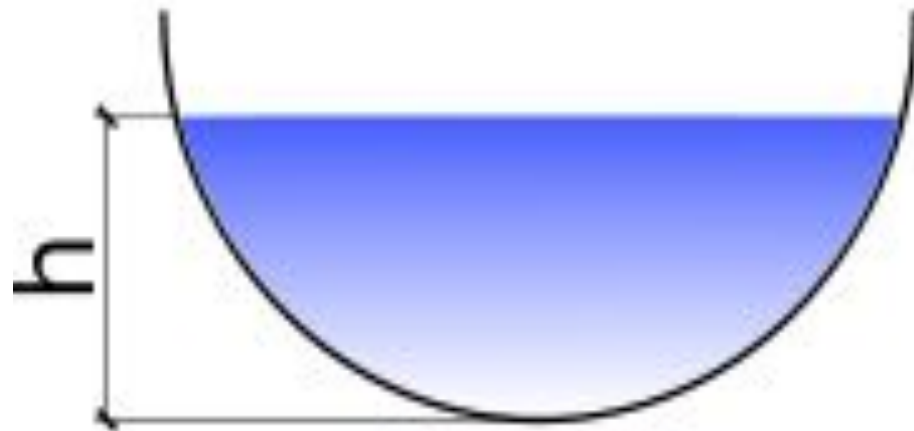
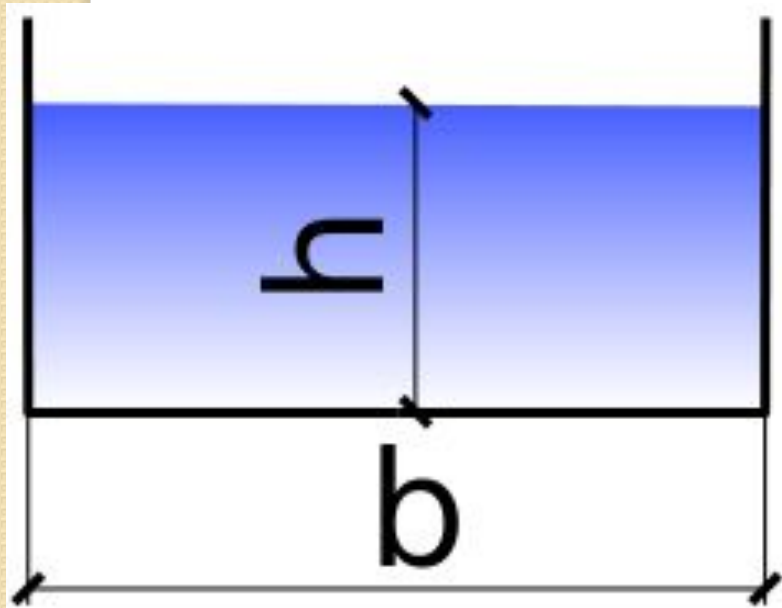
1.Трапецеидальное

2.Полигональное



3. Прямоугольное

4. Полукруглое



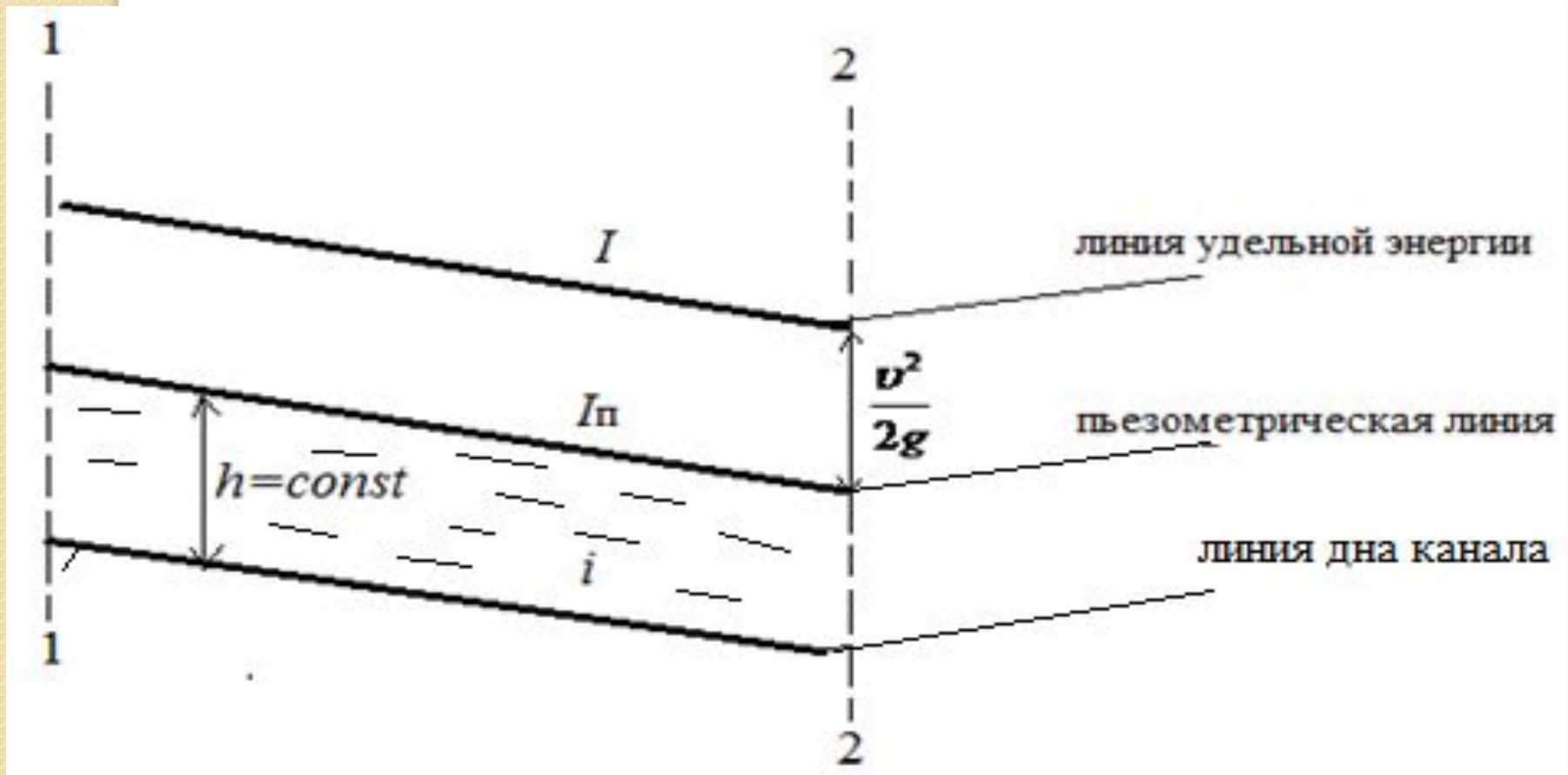
Максимальный радиус закругления для каналов, проходящих в земляном русле

$$r = 11v_m^2\sqrt{S} + 12, \quad (27)$$

где v_m — средняя скорость течения воды в канале,
м/с;

S — площадь живого сечения, м².

Соотношение уклонов при установившемся равномерном движении $(\underline{V2})$
 $(2g)$ – скоростью напор



- Вывод: Установившееся равномерное движение воды в открытых руслах может иметь место при определенных условиях:
- 1. Постоянство расхода воды $Q = \text{const}$.
- 2. Постоянство живого сечения $\omega = \text{const}$ а, следовательно, и скорости .
- 3. Постоянство гидравлического уклона, равного уклону дна $I_r = i = \text{const}$

| Название | Обозначение | Единицы измерения |
|----------------------------------|------------------------|-------------------|
| 1. Ширина канала по дну | b | м |
| 2. Глубина наполнения | h | м |
| 3. Запас в дамбах | Δh | м |
| 4. Полная глубина канала | $H=h+\Delta h$ | м |
| 5. Угол наклона откосов | α | 0 |
| 6. Коэффициент заложения откосов | $m=\text{ctg } \alpha$ | - |
| 7. Относительная ширина по дну | β | - |
| 8. Уклон дна канала | i | - |
| 9. Ширина по урезу воды | B | м |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------|
| 10. Площадь живого сечения | ω | м^2 |
| 11. Смоченный периметр | χ | м |
| 12. Гидравлический радиус | R | м |
| 13. Коэффициент шероховатости русла канала | n | - |
| 14. Коэффициент Шези (к-т сопротивления трения по длине являющийся интегральной характеристикой сил сопротивления) | C | $\text{м}^{0,5}/\text{с}$, |
| 15. Средняя скорость в живом сечении | v | $\text{м}/\text{с}$ |
| 16. Расход потока | Q | $\text{м}^3/\text{с}$ |

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

$v = C \sqrt{R \cdot i}$ - формула Шези

$$Q = \omega \cdot v = \omega \cdot C \sqrt{R \cdot i}$$

Обозначая

$$K = \omega \cdot C \sqrt{R}$$

получим формулу расхода

$$Q = K \sqrt{i}$$

где K – расходная характеристика русла

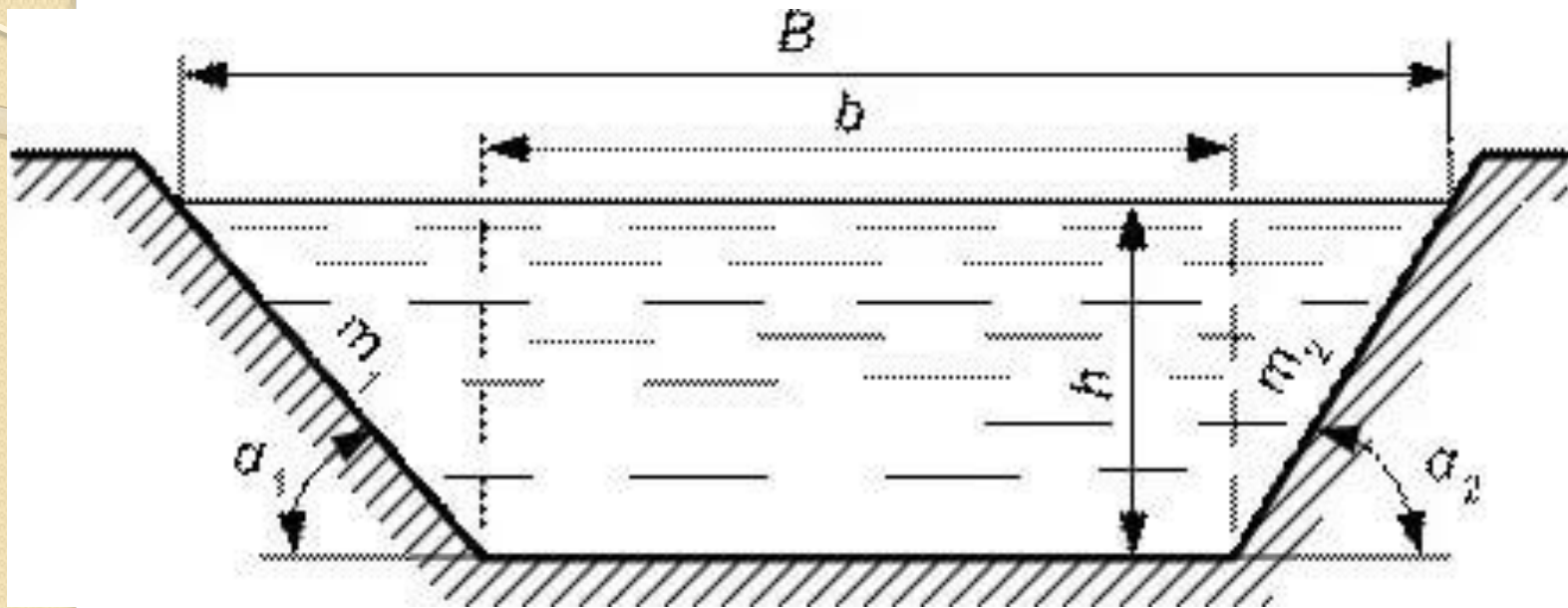
Коэффициент Шези определяется по эмпирическим формулам:

И.И. Агроскина
$$C = \frac{1}{n} + 17,721gR$$

Н.Н. Павловского
$$C = \frac{1}{n} R^y$$

где R - гидравлический радиус, м; y -переменный показатель степени, определяемый по зависимости: $y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1)$.

Поперечное сечение трапециевидального канала



$$v_{\text{max}}^{\text{разм}} > v > v_{\text{min}}^{\text{заил}}$$

Предельно допустимая скорость на размыв зависит от грунта, в котором проложен канал, или от вида крепления ложа канала и определяется по формуле

$$v_{\text{разм}} = \log\left(\frac{8,8h}{d} \sqrt{\frac{2m}{0,44\rho_b n}} \cdot [g(\rho_{\text{гп}} - \rho_в) \cdot d + 2C_{\text{ун}}^n \cdot K]\right)$$

где h – глубина воды канала м;

$\rho_{\text{гп}}$ – плотность грунта, кг/м³ ($\rho_{\text{гп}} = \frac{\gamma_{\text{гп}}}{g} \cdot \text{кг/м}^3$);

$\rho_в$ – плотность воды, кг/м³ ($\rho_в = 1000 \text{ кг/м}^3$);

d – средневзвешенный диаметр частиц грунта ($= 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$);

$C_{\text{ун}}^n$ – усталостная нормативная прочность на разрыв несвязного грунта ($= 2500 \text{ Па}$);

этим параметром учитывается появление ощутимых сил сцепления при мелкозернистости грунта;

m^I – коэффициент условий работы, учитывающий влияние наносов в коллоидном состоянии на размывающую способность потока ($= 1,1$);

n^I – коэффициент перегрузки ($= 3,2$);

K – коэффициент однородности связных грунтов ($= 0,5$).

Минимально допустимая скорость, предотвращающая заиление канала

$$V_{\text{заи}} = \sqrt[3]{\left(\frac{\rho_n W_0 \cdot \sqrt{W_{\text{ср}}}}{0,022 \cdot \sqrt{R \cdot i}} \right)^2}$$

где ρ_n —мутность потока ($5 \div 6$ кг/м³-задается);

R - гидравлический радиус; i —уклон дна канала;

$W_{\text{ср.взв.}}$ —средневзвешенная гидравлическая крупность наносов, м/с;

W_0 —условная гидравлическая крупность, м/с которая имеет следующие значения:

$$\begin{aligned} &\text{при } 0,002 \leq W_{\text{ср.взв.}} \leq 0,008 \text{ м/с; } W_0 = W_{\text{ср}}, \\ &\text{при } 0,0004 \leq W_{\text{ср.взв.}} \leq 0,002 \text{ м/с; } W_0 = 0,002. \end{aligned}$$

Средневзвешенная гидравлическая крупность наносов

$$W_{\text{ср.взв.}} = \frac{\sum W_{\text{фр}i} \cdot p_i}{100} = \frac{W_{\text{фр}1} \cdot p_1 + W_{\text{фр}2} \cdot p_2}{100\%} + \dots + \dots + \frac{W_{\text{фр}5} \cdot p_5}{100\%}$$

где p_i — содержание фракции в общей массе наносов, %.

$$W_{\text{фр}1} = \frac{W_1 + 3W_2}{4}$$

где W_1 и W_2 — наибольшее и наименьшее предельные значения гидравлической крупности, характеризующие данную фракцию.

Значения гидравлической крупности и состав наносов

| $d, \text{мм}$ | $W_i, \text{мм/с}$ | $p, \%$ |
|----------------|--------------------|---------|
| 0,25 | 27 | 1 |
| 0,1 | 6,92 | 6 |
| 0,05 | 1,73 | 23 |
| 0,01 | 0,0692 | 30 |
| 0,005 | 0,0173 | 40 |