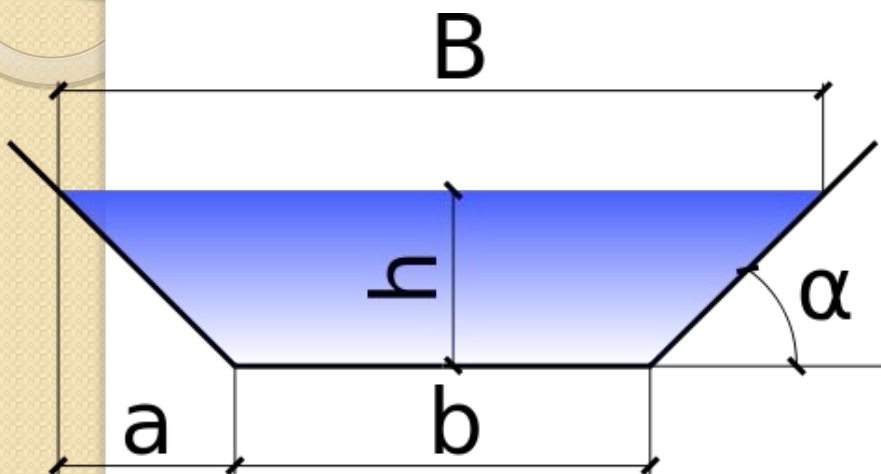


Установившееся равномерное движение воды в открытых руслах (каналах)

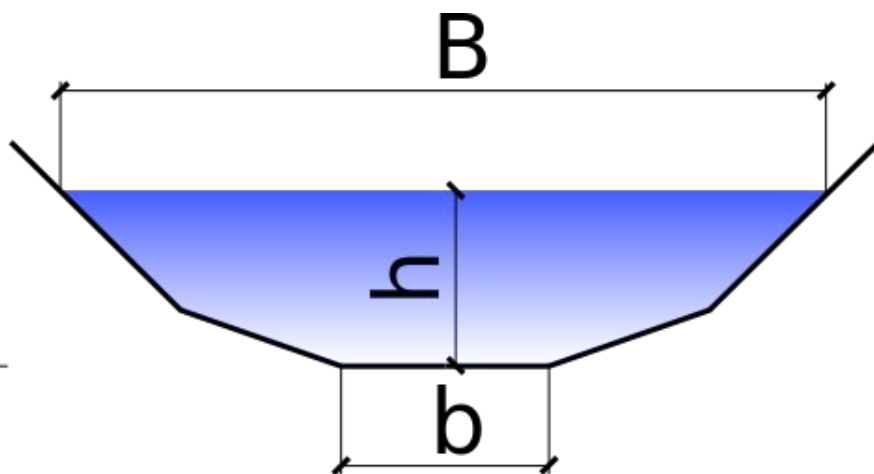
- 1 Общие понятия. Основные расчетные зависимости
- 2 Гидравлически наивыгоднейшее сечение канала
- 3 Расчет канала по допустимым скоростям
- 4 Основные типы задач гидравлического расчета каналов

Характеристики каналов

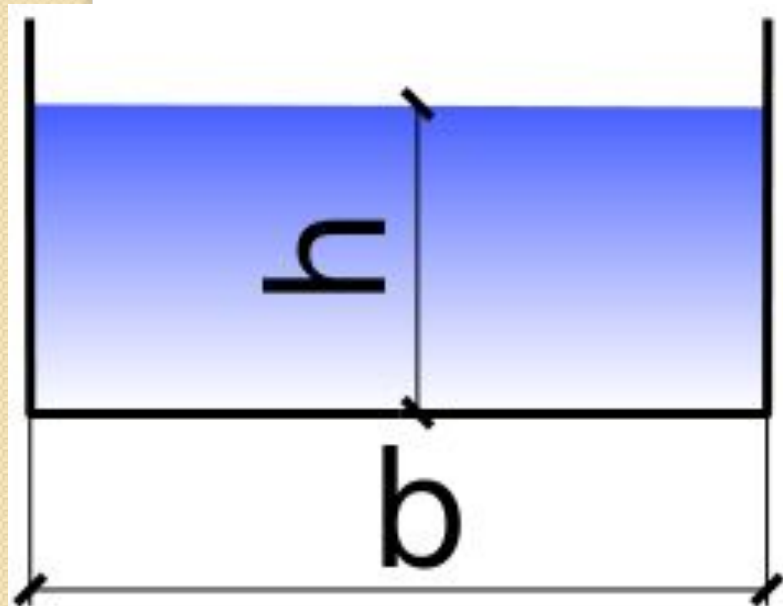
1.Трапецеидальное



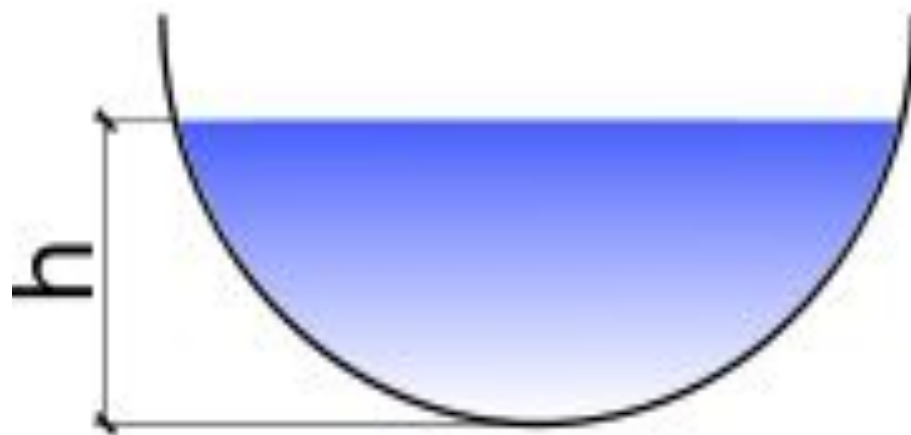
2.Полигональное



3. Прямоугольное



4. Полукруглое



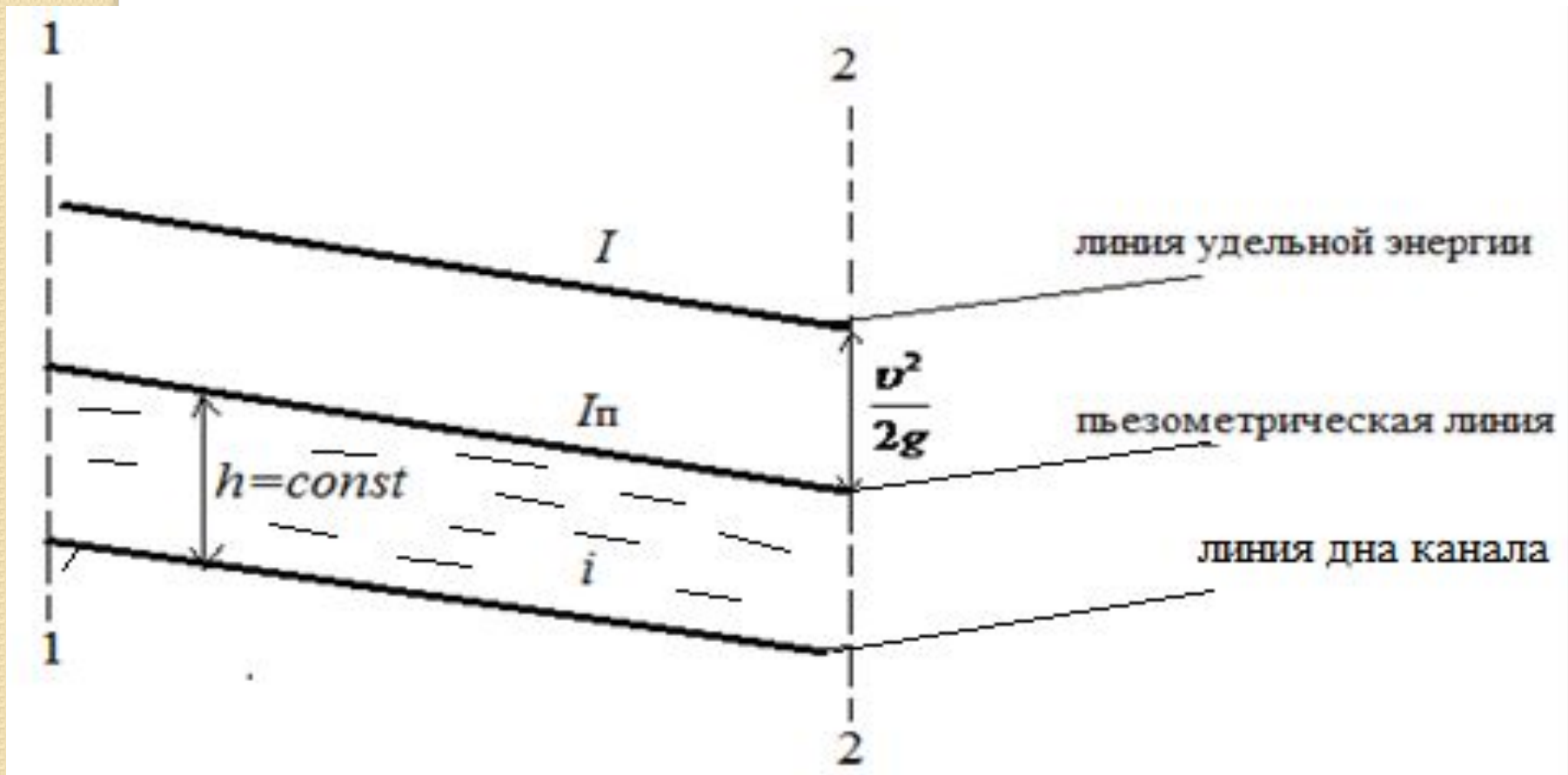
Максимальный радиус закругления для каналов, проходящих в земляном русле

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

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

S — площадь живого сечения, м².

Соотношение уклонов при установившемся равномерном движении ($\frac{V^2}{2g}$) – скоростной 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	°
6. Коэффициент заложения откосов	$m=\operatorname{ctg} \alpha$	-
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	$\text{м}^3/\text{с}$

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

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

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

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

Обозначая

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

получим формулу расхода

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

где K – расходная характеристика русла

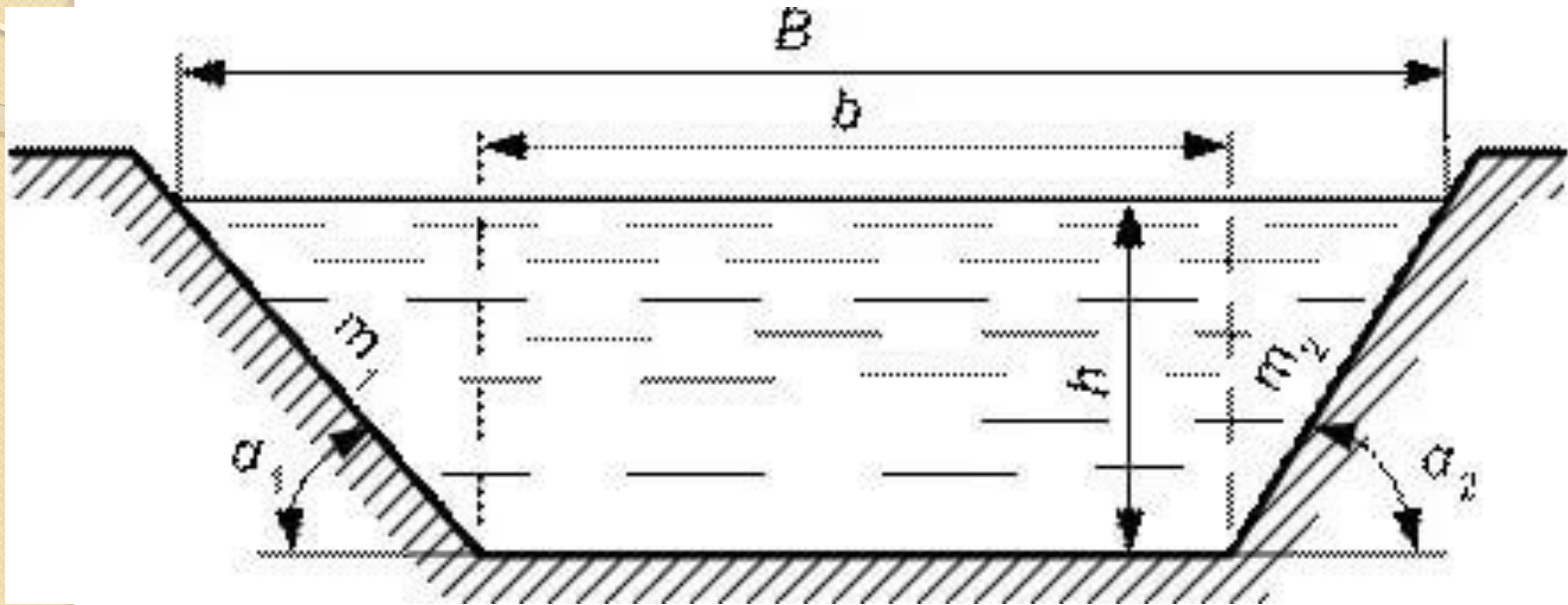
Коэффициент Шези определяется по эмпирическим формулам:

И.И. Агроскина
$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R$$

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 трапецеидального канала



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

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

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

где h – глубина воды канала м;

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

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

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

$C_{\text{ун}}''$ – 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

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

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:

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

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