

### Лабораторная работа №3

#### Определение расходов и объемов стока реки при наличии наблюдений

Объем стока вод, проходящих через водотоки, может определяться по имеющимся гидрометрическим данным и при их отсутствии.

При имеющихся данных об уровнях и расходах воды в реке объем стока устанавливается на основании графического построения гидрографов. Для этого первоначально строятся графики наблюдений уровней воды в реке и графики связи расходов с уровнями.

Сведения об уровнях и расходах воды выписываются из гидрологических ежегодников и вписываются в таблицы (приложения 2.1 и 2.2).

На основании данных приложения 2.1 строится график колебания уровней воды в реке, а по данным приложения 2.2 – график связи расходов и уровней ( $Q = f(H)$ ). Графики строятся на миллиметровке (рис. 3.1, а, б).

В гидрометрии принято уровни воды на гидрометрических постах измерять ежедневно в стандартные сроки, а расходы – значительно реже.

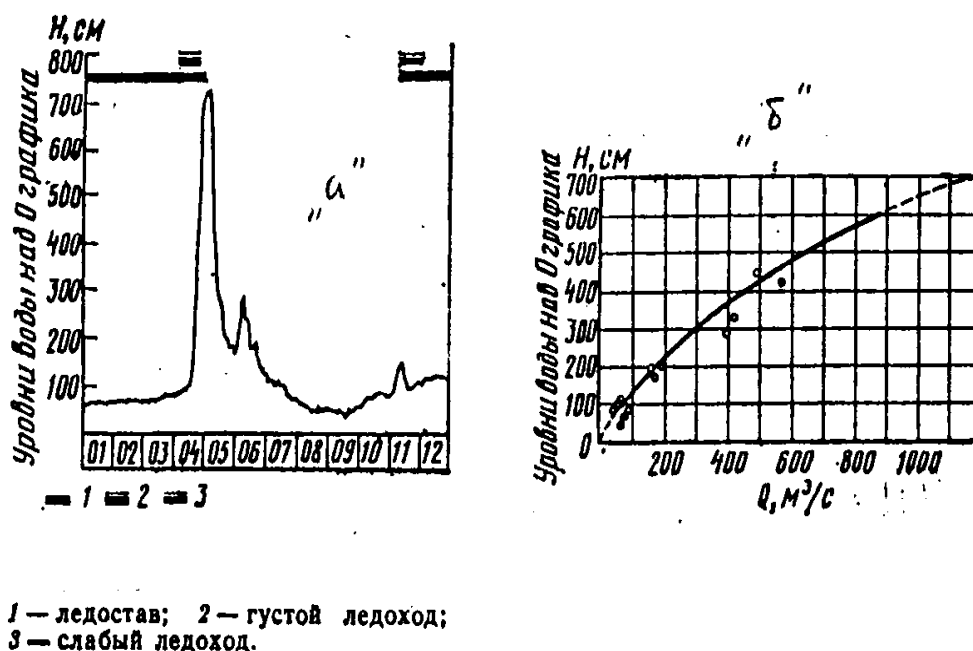


Рис. 3.1. Графики колебаний уровней (а) и расходов (б) воды в реке

Наиболее часто измеряют их в половодья и паводки. Поэтому строится график зависимости расходов от уровней  $Q = f(H)$ , хотя физически независимым является расход воды, а уровень - функцией.

Зависимость  $Q = f(H)$  может выражаться графически в виде одной плавной кривой (рис. 3.1, б), хотя точки измеренных расходов всегда ложатся на графике с некоторым разбросом. Поэтому функция является приближенно однозначной.

На основании графика  $Q = f(H)$  строится гидрограф для данной реки (график изменения во времени расходов воды за год или часть года) (рис. 3.2).

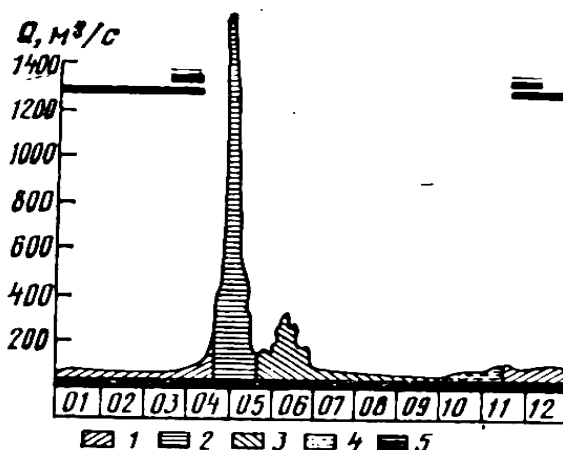


Рис. 3.2. Гидрограф реки:  
1 - зимний сток; 2 - весеннее половодье; 3 - летние паводки;  
4 - осенние паводки; 5 - подземное питание

Порядок построения годового гидрографа заключается в следующем. Каждую из точек, обозначающую уровень воды, наносят на график зависимости  $Q = f(H)$  и определяют расход  $Q$ , соответствующий данному уровню  $H$ . Точки значений расходов наносятся на график и соединяются плавной линией. После построения гидрографа приступают к графическому выделению объемов воды, сформированных различными источниками питания (подземный сток, зимний, весеннего половодья, летних паводков, осенние паводки, общий сток). Подземный сток примерно равен зимнему и меженному в летний период

Расчет объема стока ( $\text{м}^3$ ) для каждой фазы его формирования определяется по формуле

$$W = S \cdot M_g \cdot 86400 T, \quad (3.1)$$

где  $S$  – площадь эпюры рассматриваемого периода (или фазы) на графике гидрографа,  $\text{см}^2$ ;

$M_g$  – вертикальный масштаб расхода на графике ( $\text{м}^3/\text{с}$  в 1  $\text{см}$ );

$T$  – горизонтальный масштаб, суток в 1  $\text{см}$ ;

86400 – число секунд в сутках.

Рекомендуется строить гидрограф на миллиметровой бумаге. Вертикальный масштаб  $M_g$  можно принимать  $100 \text{ м}^3/\text{с}$  в  $1 \text{ см}$ , а горизонтальный –  $10$  суток в  $1 \text{ см}$ .

Годовой сток определяется как сумма стоков по сезонам. Имея гидрометрические наблюдения за ряд лет ( $30$  и более), с использованием теории вероятности обосновывают расчетные их значения.

**Задача 1:** В основании плотины с  $H = 10 \text{ м}$ ,  $b = 8 \text{ м}$ ,  $m_1=2,5$ ,  $m_2 =2,0$  устроен водоспуск из асбестоцементных труб  $d = 200 \text{ мм}$ . Определить расход  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) при  $Z = 7 \text{ м}$ .

Находим длину водоспуска в месте его устройства:

$L = 8 + (2,5 + 2) 10 = 53 \text{ м}$ ;  $\lambda = 0,02$ . Ближайший к условному, внутренний диаметр  $d = 189 \text{ мм}$ ,  $\sum \xi$  принимаем равным  $9$ , тогда коэффициент расхода

$$\mu = 1 / \sqrt{1 + 9 + 0,02 \cdot 53 / 0,189} = 0,242.$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 0,189^2}{4} = 0,028 \text{ м}^2.$$

$$Q = 0,242 \cdot 0,028 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 7} = 0,079 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Для пропуска весенних и летне-осенних ливневых дождевых паводков в теле плотины устраивается водослив. Верхняя часть водослива называется порогом, часть водного потока перед водосливом - верхним бьефом, за сооружением - нижним бьефом. Высоту расположения уровня верхнего бьефа над порогом называют напором на водосливе  $H$ . Его измеряют на расстоянии  $(3 - 4) H$  перед порогом (рис. 3.3, 3.4).

Расход, который может пройти через водослив практического профиля ( $Q$ ), определяется по формуле

$$Q = mb\sqrt{2gH}^{3/2}, \quad (3.2)$$

где  $m$  – коэффициент расхода (для водослива практического профиля  $m = 0,4 - 0,45$ );

$b$  – ширина порога водослива,  $\text{м}$ .

По формуле (3.2) можно найти требуемую ширину водослива при заданном расчетном расходе  $Q$ .

**Задача 2:** Дано:  $Q = 18,3 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $H = 1 \text{ м}$ , найти  $b$ .

$$b = Q / m \sqrt{2g} \cdot H^{3/2} = 18,3 / 0,42 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 1^{3/2} = 9,85 \text{ м.}$$

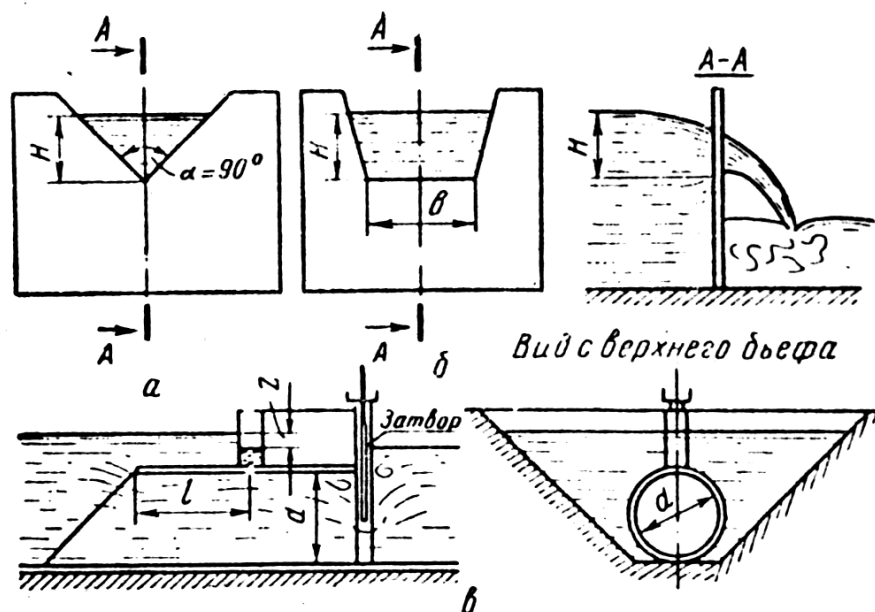


Рис. 3.3. Схемы устройств, применяемых в мелиоративной гидрометрии:  
 а - треугольный водослив; б - трапецидальный водослив;  
 в - водомерная приставка (трубчатая).

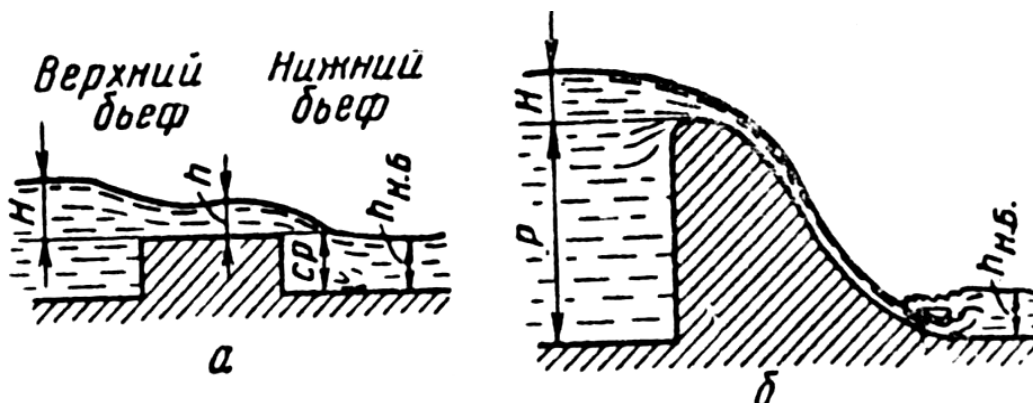


Рис. 3.4. Водосливы:  
 а - с широким порогом; б - практического профиля; Н - напор на водосливе, м;  
 Р - высота порога водослива, м; h - глубина воды на пороге водослива, м;  
 h<sub>н.б.</sub> - глубина воды в нижнем бьефе (бытовая глубина за водосливом)