

Приведем решение еще одной задачи. Построим кривую обеспеченности продолжительности стояния сплавного уровня, используя предложенную методику. В табл. 2 помещены данные продолжительности стояния сплавного уровня в равновесный период по годам и соответствующие им данные обеспеченности, вычисленные по формуле (1).

Коэффициенты асимметрии и вариации, вычисленные методом моментов, равны: $C_v = 0,37$, $C_s = 0,35$. По этим параметрам методом проб подобрана клетчатка, изображенная на рис. 1, г. В соответствии с изложенной методикой проведена прямая, по которой выбирается расчетная продолжительность.

В заключение отметим, что наиболее сложна для расчетов формула (4) [5]. Ее можно представить несколько в ином виде

$$P = \frac{m}{\sqrt{n(n+1)}} - \frac{n+1}{2\sqrt{n(n+1)}} + 0,5. \quad (5)$$

При большом значении n , когда $1 \ll n$, можно единицу исключить в знаменателе и числителе второго члена формулы (5). Тогда она примет вид

$$P = \frac{m}{\sqrt{n(n+1)}}. \quad (6)$$

Формула (6) дает те же результаты, что и выражение (2). При $n \gg 1$ она, как и формула (1), дает известную классическую формулу $\frac{m}{n}$, где n не объем выборки, а объем генеральной совокупности, который в гидрологической практике обычно не известен.

ЛИТЕРАТУРА

1. В и с с м е н У м л., Х а р б а ф Т.И., К н е п п Д.У. Введение в гидрологию. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 470 с. 2. К р и ц к и й С.М., М е н к е л ь М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. — М.: Наука, 1981.—248с. 3. К р а с н и к М.Г., Л и в ш и ц И.М. К вопросу о построении кривых обеспеченности фазовооднородных уровней воды. — Сб. научных трудов института мелиорации и водного хозяйства АН БССР. Минск, 1953, с. 73—92. 4. Альбом клетчаток для трехпараметрического гамма-распределения. — Минск: БТИ, 1973. — 46 с. 5. М а м а т к а н о в Д.М. Корректные методы оценки некоторых характеристик гидрологических рядов ограниченной длительности: Специфические аспекты гидрологических расчетов для водохозяйственного проектирования. — Гидрометеиздат Юнеско Пресс, 1981, с. 354—361.

УДК 630*0.386

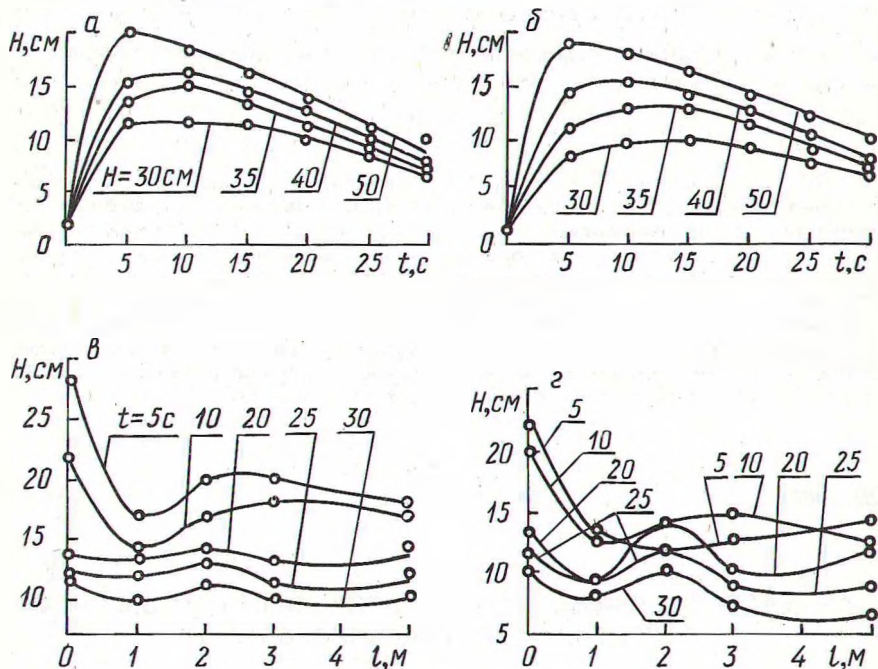
Е.С.САНКОВИЧ (БТИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЛНЫ ПОПУСКА ПРИ МГНОВЕННОМ ОТКРЫТИИ ПЛОТИН ЗАПАННОГО ТИПА

При создании попусков из низконапорных плотин было установлено, что при современной конструкции затворов время открытия их составляет 20—30 мин [1], вследствие чего гидрограф попуска постоянного расхода приоб-

ретае трапецеидальную форму. При мгновенном открытии плотин имеет место неустановившийся характер движения водного потока в течение всего периода регулирования [2], что оказывает значительное влияние на формирование гидрографа пуща. Для установления закономерностей движения волны пуща автором были проведены исследования в лабораторных условиях.

Опыты проводились в гидравлическом лотке прямоугольной формы с прозрачными боковыми стенками. Длина лотка 28 м, где 18 м имеют горизонтальное дно, а 10 м — дно с переменным уклоном. Ширина лотка по всей длине равнялась 0,40 м. Плотина представляла собой металлическую поворотную перегородку (затвор) по всей ширине лотка, которая удерживалась в исходном положении специальным приспособлением. При резком открытии плотины приспособление освобождало перегородку и последняя под действием гидродинамического давления поворачивалась вокруг своей оси, полностью освобождая сечение лотка для прохождения волны пуща. Время открытия затвора фиксировалось с помощью электросекундомера, контакты которого замыкались и размыкались через два конечных переключателя, и составило в опытах 0,45–0,48 с. Это соответствует мгновенному открытию. Для наблюдения за движением волны пуща, а также за сработкой водохранилища, образованного затвором, вдоль гидравлического лотка в определенных створах были нанесены миллиметровые шкалы. Высота прохождения волны пуща регистрировалась визуально, путем одновременно-



Р и с. 1. График изменения уровней $H = f(t)$ и $H = f(l)$ в нижнембьефе при различных напорах: а, б — на расстоянии 3 и 5 м от плотины соответственно; в, г — соответственно для напора $H = 50$ и 35 см при $t = \text{const}$.

го снятия отсчетов по ним. Отсчеты производились через 5, 10, 20, 25, 30 с от мгновенного открытия плотины. Глубина водохранилища, образованного затвором, создавалась в пределах 30–50 см. Максимальное значение ее ограничено высотой стенок лотка.

Результаты проведенных исследований представлены в виде графиков $H = f(t)$ при $l = \text{const}$ и $H = f(l)$ при $t = \text{const}$ (рис. 1).

На рис. 1, а, б представлено изменение уровней в зависимости от длительности прохождения волны попуска для расчетных створов, расположенных на расстоянии 3 и 5 м от затвора при различных напорах верхнего бьефа. Из графиков видно, что ход изменения уровней близок к трапецеидальной форме. Например, при напоре в 50 см на расстоянии 3 м от створа он снизился до 20 см, а через 5 м — до 18 см, т.е. дальнейшее понижение уровня идет медленнее. Таким образом, резкая деформация гидрографа попуска происходит на небольшом участке вблизи затвора. Следует также отметить, что снижение максимальных уровней связано с напором, и на удалении от плотины оно происходит весьма медленно, что связано с состоянием поверхности русла. При большей шероховатости русла снижение уровней будет происходить гораздо быстрее.

Общий характер волны попуска в нижнем бьефе показан на рис. 1, в, г, из которого видно, что затухание волны попуска происходит очень быстро (в течение 20–25 с). Это объясняется малым объемом водохранилища, образованного затвором (максимальный объем не превышал $2,5 \text{ м}^3$), а также небольшой величиной расхода (средний расход в опытах не превышал 19 л/с).

На рис. 2 приведены мгновенные уровни как в нижнем, так и в верхнем бьефах. Анализ движения волны попуска в верхнем бьефе не производился, так как он рассмотрен в работе В.Д.Александрова [3].

Для расчета движения волны попуска важным является знание формы начального гидрографа. Для построения его была произведена попытка использования формулы для определения максимального расхода движения волны при прорыве плотины [4]

$$Q_{\text{max}} = 0,29 \sqrt{g} K^{0,28} W_{\text{пр}} D_{\text{пр}}^{1,5} \quad (1)$$

где Q_{max} — максимальный расход воды у плотины, куб.футы/с; g — ускорение силы тяжести; $W_{\text{пр}}$ — ширина прорыва, футы; $D_{\text{пр}}$ — глубина прорыва в месте прорыва плотины; K — коэффициент.

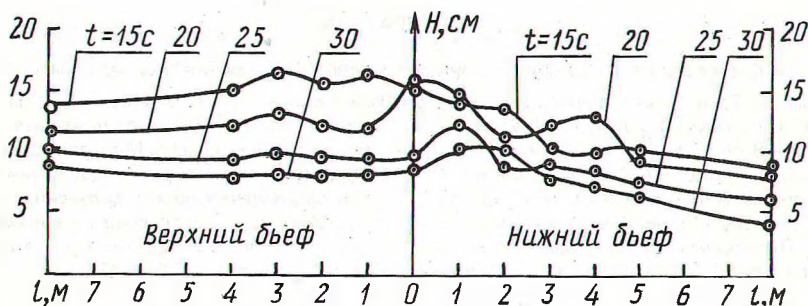
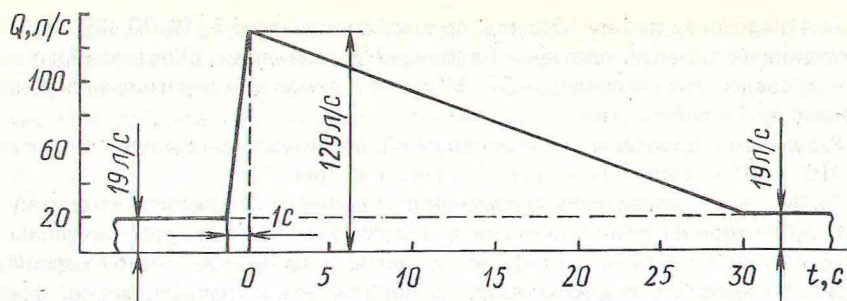


Рис. 2. Изменение уровней $H = f(l)$ в верхнем и нижнем бьефах для напора $H = 30 \text{ см}$ при $t = \text{const}$.



Р и с. 3. Гидрограф пускa при лабораторных исследованиях.

Для сплошного прорыва

$$K = \frac{W_{\text{пл}}}{W_{\text{пр}}} - \frac{y_0}{D_{\text{пр}}} = 1,$$

где $W_{\text{пл}}$ — ширина плотины; y_0 — глубина воды до прорыва.

Исходя из наших размеров $W_{\text{пр}} = 0,4$ м (ширина лотка), $D_{\text{пр}} = 0,5$ м (напор на плотине), а также учитывая, что $1 \text{ м} = 3,28$ фута и $1 \text{ м}^3/\text{с} = 35,1$ куб. фут/с, максимальный расход для нашего случая будет равен

$$Q_{\text{max}} = \frac{0,29 \sqrt{9,81 \cdot 3,28} \cdot 10,28 \cdot 0,4 \cdot 3,28 (0,5 \cdot 3,28)^{1,5}}{35,1} = 0,129 \text{ м}^3/\text{с} = 129 \text{ л/с}.$$

Для сравнения Q_{max} была найдена величина расхода для момента, соответствующего 5 с после открытия затвора при напоре на плотину 50 см. Уклон свободной поверхности в этом опыте $i = 0,01$, коэффициент шероховатости русла $n = 0,01$, ширина $B = 0,4$ м, глубина $h = 0,19$ м. При этих данных расход по формуле Шези равен 168 л/с.

Таким образом, формула (1) может быть в первом приближении принята для построения выходного гидрографа из водохранилища. На рис. 3 приведен такой гидрограф, полученный для опытов в гидравлическом лотке.

Проведенные опыты позволяют наметить основные положения дальнейших теоретических, лабораторных и натуральных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савельев С.С. Регулирование стока сплавных рек кратковременными пусками. — Техническая информация. Л.: ЦНИИЛесосплава, 1957, № 119, с.66.
2. Б у д ы к а С.Х. Скорость движения волны наполнения на малых реках и осушительных каналах. — В сб.: Научные труды высшей школы: Лесоинженерное дело. М.: Советская наука, 1958, № 1, с.90–93.
3. А л е к с а н д р о в В.Д. Исследование и расчет движения воды в створе плотины запанного типа при пуске для сокращения потерь древесины на сплаве. — В сб.: Проблемы комплексного использования древесного сырья на лесосплаве. М.: Лесн.пром-сть, 1979, вып.32, с.61–70.
4. В и с с м е н У. мл., Х а р б а ф Т.И., К н э п п Д.У. Введение в гидрологию. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 470 с.