

Анализ ходовых систем трелевочных тракторов ОТЗ и АТЗ показал резерв повышения проходимости за счет снижения затрат энергии на прессование грунта между гусеницами и уменьшения якорного эффекта.

Поступила 22 мая 1992 г.

УДК 551.482.215

## ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРАВЛИКИ ЛЕСОСПЛАВНЫХ И СУДОХОДНЫХ ПОТОКОВ СИБИРИ

В. Е. СЕРГУТИН, Н. П. ЖИГАЛИН

Красноярский инженерно-строительный институт  
ПО Водные пути Енисейского бассейна

Выправительные (регуляционные) работы для лесосплава и судоходства (возведение продольных и поперечных дамб в целях увеличения глубин, закрытие маловодных проток и рукавов, устройство прорезей на мелководных перекатах, спрямление русел и др.) связаны с оценкой формы бытового потока и его относительной глубины [3]. М. А. Великанов считает [2], что длительное взаимодействие естественных рек с руслом происходит по особому рода зависимостям, которые не всегда соответствуют физическим законам, во многих случаях необходимо довольствоваться лишь качественными, в лучшем случае, коррелятивными соотношениями. Можно отметить, что относительная ширина зависит от уклона свободной поверхности: при больших уклонах русло несколько мельче, увеличение скорости ведет к его углублению и сужению. Различие больших и малых потоков проявляется в основном за счет ширины, а не глубины [1].

Рассмотрим, как изменяется относительная ширина русла  $B/h$  ( $B$  — ширина,  $h$  — средняя глубина) и форма сечения в соответствии с расходом  $Q$ . Форму сечения оценим показателем  $\epsilon = H/h - 1$  ( $H$  — максимальная глубина в сечении). Для прямоугольной, параболической и треугольной конфигураций  $\epsilon$  составляет 0,0; 0,5 и 1,0 [6]. До выхода

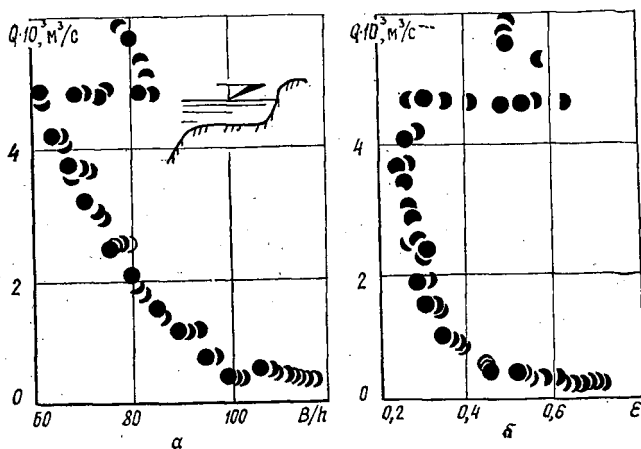


Рис. 1. Зависимость расхода  $Q$  от относительной ширины  $B/h$  (а) и формы русла  $\epsilon$  (б) для р. Иртыш (с. Семиарское, расстояние от устья 2643 км, площадь водосбора 271 000 км<sup>2</sup>)

потока на пойму  $B/h$  больше на низких, чем на высоких горизонтах. Этот случай обратной пропорциональности (связи)  $Q$  и  $B/h$  самый распространенный для исследованных потоков восточного бассейна России. После того как поток выйдет на пойму и увеличит ширину при незначительном росте глубины, наблюдается резкое повышение  $B/h$  и  $\epsilon$  (рис. 1).

Встречаются потоки, у которых на относительно неглубоких распластанных сечениях при росте расхода ширина увеличивается очень сильно, а  $B/h$  практически не меняется. Нужно отметить, что прямая пропорциональная зависимость между  $B/h$  и  $Q$  наблюдается весьма редко. Так, из более чем 600 потоков, описанных в 6-м томе «Гидрологических ежегодников», для бассейна рек Обь и Иртыш их оказалось всего 3. Обобщение всех этих связей приведено на рис. 2.

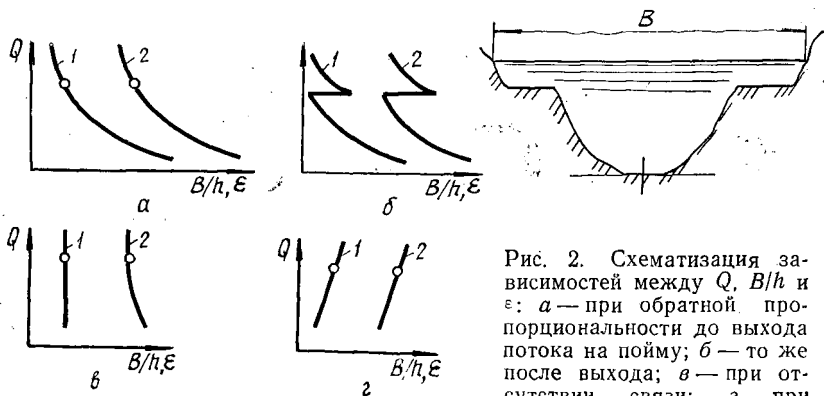


Рис. 2. Схематизация зависимости между  $Q$ ,  $B/h$  и  $\epsilon$ : а — при обратной пропорциональности до выхода потока на пойму; б — то же после выхода; в — при отсутствии связи; г — при прямой пропорциональности; кривая 1 —  $Q = f(B/h)$ , кривая 2 —  $Q = f(\epsilon)$

Показатель формы  $\epsilon$  изменяется практически синхронно с относительной шириной  $B/h$  (рис. 3). Если выпуклость дна направлена вверх, что наблюдается, когда у берегов имеются понижения (лощины, ямы), разделенные осередком, а также для русел с поймами, где  $H \gg h$ , то показатель  $\epsilon$  может превышать 1,0. При медианных (средней водно-

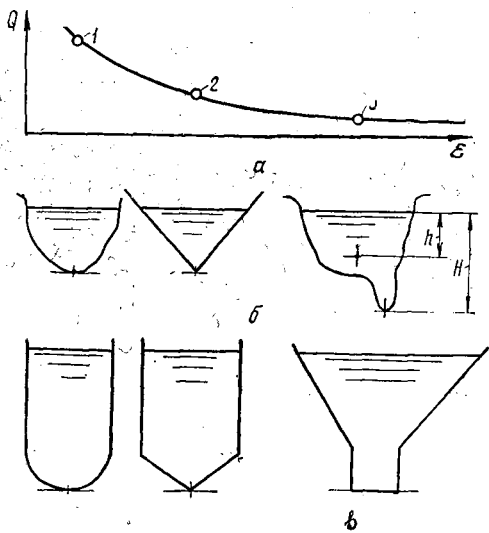


Рис. 3. Схематизация изменения  $\epsilon$  по расходу: а — график зависимости  $Q = f(\epsilon)$ ; б — формы русла, соответствующие точкам 1 ( $\epsilon = 0,5$ ), 2 ( $\epsilon = 1,0$ ) и 3 ( $\epsilon > 1,0$ ); в — формы сечения речных русел по Р. Р. Чугаеву [6; рис. 7—37]

сти) уровня потока часто имеют  $\epsilon$  порядка 0,4...0,6, т. е. русло параболического очертания. При больших наполнениях форма русла тяготеет к прямоугольной.

Таким образом, относительная ширина реки до выхода потока на пойму изменяется прямо пропорционально расходу, осредненному за сезон, что соответствует воззрениям М. А. Великанова [2]. Если же рассматривать изменение расхода при наполнении русла за год, т. е. по гидрографу, то происходит обратное явление: относительная ширина с увеличением расхода уменьшается. В пределах одной реки для разных створов, расположенных последовательно сверху вниз по течению, по мере роста расходов за счет увеличения площади водосбора и впадения притоков наблюдается возрастание  $B/h$ . Обратная зависимость между  $B/h$  и  $Q$  является основной и составляет 95% рассмотренных потоков.

Приведем и данные о параметре параболического сечения речных русел  $p = B^2/8H$ , который применяют в расчетах пропускной способности лесосплавных и судоходных потоков [4]. Он не является постоянным при различном наполнении ложа потока и обратно пропорционально связан с  $Q$ . Так, для р. Енисей по Карлову створу при низких (порядка 1 000 м<sup>3</sup>/с) расходах  $p = 8 000$  м, а при высоких (близких к 12 000 м<sup>3</sup>/с)  $p < 2 000$  м, т. е. уменьшается в 4 раза (рис. 4).

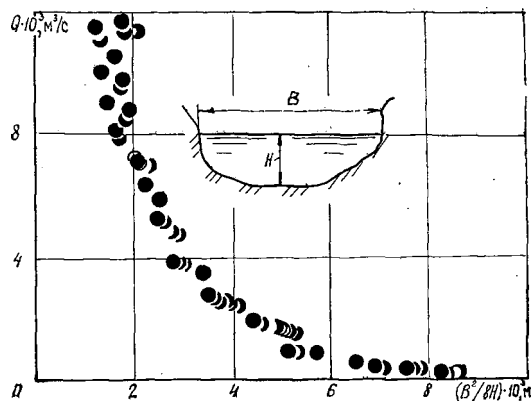


Рис. 4. Зависимость  $Q$  от параболического сечения  $B^2/8H$  для р. Енисей (Карлов створ, расстояние от устья 3 052 км, площадь водосбора 181 000 км<sup>2</sup>; бытовое русло до начала строительства плотины Саяно-Шушенской ГЭС с 1970 г.; скальное малоразмываемое русло; наибольший среднегодовой расход в 1911—1970 гг. 6 800 м<sup>3</sup>/с; минимальное и максимальное значения  $Q$  соответственно 3 400 и 14 200 м<sup>3</sup>/с)

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Андреев О. В. Проектирование мостовых переходов.— М.: Транспорт, 1980.— 217 с. [2]. Великанов М. А. Гидрология суши.— М.: Гидрометеиздат, 1964.— 529 с. [3]. Гришанин К. В. и др. Водные пути.— М.: Транспорт, 1986.— 400 с. [4]. Железняков Г. В. Пропускная способность русел каналов и рек.— М.: Гидрометеиздат, 1981.— 312 с. [5]. Сергутин В. Е. и др. Об относительной ширине и форме русла // Геоморфология.— 1984.— № 3.— С. 77—79. [6]. Чугаев Р. Р. Гидравлика.— Л.: Энергоиздат, 1982.— 299 с.

Поступила 13 апреля 1992 г.

УДК 630\*362 : 621.92

## ВЕРОЯТНОСТНЫЙ РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

В. И. КУЧЕРЯВЫЙ

Ухтинский индустриальный институт

Лесозаготовительные машины и оборудование представляют собой сложные механические системы, надежность элементов которых гарантируется расчетами на прочность. Вследствие случайного характера параметров прочности материала, нагрузок и размеров имеется определенная вероятность отказов даже при значительном коэффициенте запаса. Наиболее существенным фактором, снижающим надежность детали, является распределение нагрузок, обусловленное изменчивостью условий эксплуатации.

В данной статье рассматривается методика надежностного проектирования, т. е. подбор размеров поперечных сечений элементов по заданной величине  $R$ .

Величина  $R$  представляет собой вероятность  $P$  события, для которого в критической точке сечения действующие (расчетные) напряжения  $\sigma$  меньше предельных  $\sigma_0$ , т. е.  $R = P(y = \sigma_0 - \sigma \geq 0)$ . Случайные величины  $\sigma_0$  и  $\sigma$  могут иметь различные плотности распределения вероятностей  $f(\sigma_0)$  и  $f(\sigma)$ . Плотность распределения величины  $y$  (запас прочности) обозначим через  $f(y)$ , тогда

$$R = \int_0^{+\infty} f(y) dy. \quad (1)$$

Для нахождения распределения  $y$  используем аппарат характеристических функций (ХФ) [4]. Плотностям  $f(\sigma_0)$  и  $f(\sigma)$  соответствуют ХФ  $g_1(t)$  и  $g_2(t)$ . Перемножив их, получаем ХФ величины  $y$ :

$$g_y(t) = g_1(t) g_2(t). \quad (2)$$

Подвергая  $g_y(t)$  обратному преобразованию Фурье, имеем искомую плотность запаса прочности  $y$ :

$$f(y) = (2\pi)^{-1} \int_{-\infty}^{+\infty} \exp(-ity) g_y(t) dt, \quad (3)$$

где  $t$  — действительное число,  $-\infty < t < +\infty$ .

Подставляем  $f(y)$  в выражение (1):

$$R = (2\pi)^{-1} \int_0^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \exp(-ity) g_1(t) g_2(t) dt. \quad (4)$$

Если величины  $\sigma_0$  и  $\sigma$  подчиняются нормальному распределению, то выражение (2) приводится к виду [2]:

$$R = \Phi[\bar{\sigma}_0 - \bar{\sigma}] / (S_1^2 + S_2^2)^{-1/2}] = \Phi(z), \quad (5)$$

где  $\Phi(z)$  — функция Лапласа вида