

Поверхность контакта	f_0	φ_0 , град	β_{opt} , град	
			Двухрычажная ЗУ	Однорычажная ЗУ
Сталь — неокоренная древесина	0,3...0,5	17...27	73...63	56...36
Стальные рычаги с зубьями — неокоренная древесина	0,8...1,0	39...45	51...45	12...0

довательно, в этом случае наиболее рационален вариант рычагов без зубьев.

Для двухрычажных ЗУ предпочтителен вариант с зубьями, при котором выполняется условие $\beta_{opt} \geq \beta_{min}$ и значения β_{opt} сравнительно невелики, что обеспечивает незначительную длину рычагов и большую компактность ЗУ.

Приведенные данные могут использоваться при проектировании захватных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бариннов К. М., Александров В. А. Проектирование лесопромышленного оборудования: Учеб. пособие.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1988.— 240 с. [2]. Жуков А. В. Проектирование лесопромышленного оборудования.— Минск: Вышэйш. шк., 1990.— 312 с.

Поступила 12 апреля 1993 г.

УДК 556.536

О СКОРОСТИ РЕЧНОГО ПОТОКА

В. Е. СЕРГУТИН

Красноярский институт цветных металлов

В гидравлических расчетах, проводимых для речных потоков, в том числе лесосплавных и судоходных, наиболее неопределенной величиной является коэффициент шероховатости n , входящий, например, в формулу Маннинга для определения коэффициента Шези

$$C = (1/n) R^{1/6},$$

с помощью которого вычисляют среднюю скорость

$$v = C (RI)^{1/2}$$

и расход

$$Q = v\omega,$$

- где R — гидравлический радиус;
 v — средняя скорость потока;
 I — гидравлический уклон;
 ω — площадь живого сечения;
 Q — расход.

Для нахождения коэффициента шероховатости (по Шези — Маннингу $n = h^{2/3} I^{1/2} / (Q/\omega)$, где h — средняя глубина потока), существует ряд таблиц, предложенных Н. Н. Павловским [5], М. Ф. Срибным, И. Ф. Карасевым [4], В. Н. Чоу [10] и др. Для естественных потоков коэффициент шероховатости изменяется в широких пределах — от 0,019 до 0,500. Он является интегральной характеристикой, суммарно учитывающей всю сложность движения потока, размеры и форму русла, уклон

водной поверхности, характер влечения донных и течение взвешенных наносов, другие факторы. В ряде монографий и вузовских изданий отмечается трудность определения коэффициента шероховатости на разных уровнях и при разных расходах. Существующие таблицы, включая шкалу шероховатости речных русел и пойм, предложенную в последнее время И. Ф. Карасевым [4, с. 247—249], не учитывают изменение этого коэффициента на разных уровнях потока. Так, для р. Казыра, правобережного притока Тубы в местах трассы железной дороги Абакан — Тайшет, коэффициент шероховатости во всем диапазоне колебаний расходов (100...1600 м³/с, с. Пономарево на расстоянии 140 км от устья, площадь водосбора 11,9 тыс. км²) изменяется на целый порядок — от 0,01 до 0,10; для Нижней Тунгуски по створу с. Подволошино (2670 км, 8,3 тыс. км²) — от 0,5 до 0,2 и т. д. Наибольшие значения коэффициента шероховатости для Нижней Тунгуски (0,2), соответствуют низким уровням воды и малым расходам (1 м³/с), а наименьшие (0,05) — высоким горизонтам и пиковым (100 м³/с) расходам. Диапазон фактических значений коэффициента шероховатости для Нижней Тунгуски распространяется на 5 рубрикатий таблицы М. Ф. Срибного (всего их 12), где величина 0,2 определяется шероховатостью глухих пойм, покрытых лесом. Подобные натурные данные подтверждают мнение Н. Н. Павловского [5, с. 635] о допустимости использования коэффициентов шероховатости лишь для грубых расчетов. Поскольку таблицы носят описательный характер, то содержащаяся в них информация в известной степени субъективна. Хотя они составлены применительно к разным формулам и непосредственно сравниваться не могут, нельзя не отметить следующее. По Н. Н. Павловскому, в сравнительно плохих условиях протекания коэффициент шероховатости каналов и рек равен 0,030, а по таблице М. Ф. Срибного, воспроизводимой во многих инструкциях, монографиях и учебниках, коэффициент 0,035 характерен для благоприятных условий состояния ложа. Следовательно, перепад всего на 0,005 определяет переход русла из одного качественного состояния в другое. Н. Н. Павловский [5, с. 217] отмечает, что коэффициент шероховатости естественных потоков, определяемый весьма многообразной и сложной совокупностью природных факторов, изменяется при различных горизонтах даже для одного потока. Таблицы этого обстоятельства не учитывают, хотя для гидравлических расчетов необходимы точные значения этого коэффициента. Так, в [9, с. 86] приводится пример, когда проектный уклон канала для пропуска заданного расхода может быть завышен в 1,24 раза (почти на 25%), если принять значение коэффициента шероховатости 0,0250 вместо необходимого 0,0225, т. е. увеличенное всего на 0,0025. Для Панамского канала установлены минимальные значения коэффициента шероховатости при нормальном наполнении русла, однако они могут изменяться как при повышении, так и при понижении уровней [10, с. 74—84]. Поэтому сейчас начали проводиться исследования по определению средней скорости открытых потоков без введения коэффициента шероховатости [1].

Сделаем попытку увязать шероховатость русла с режимом движения потока — квадратичным по Шези или иным, в частности линейным, когда удельная сила трения $\tau = \gamma R I$ (касательное напряжение одно и стенки русла) прямо пропорционально средней скорости потока u . В качестве примера на рис. 1 представлены графики зависимости τ от u для р. Оби и Амура.

Нами [7, 8] получена формула

$$v = shI \text{ при } R \approx h, \quad (1)$$

где s — коэффициент, по структуре подобный коэффициенту Шези C , но имеющий размерность единица в секунду.

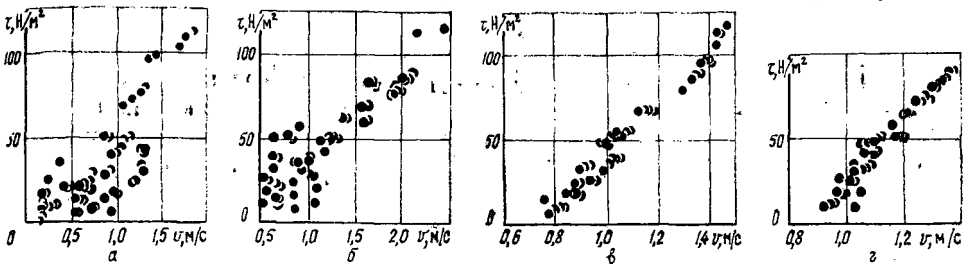


Рис. 1. Зависимость $\tau = \tau(v)$: а — Обь, г. Камень-на-Оби (расстояние от устья 3168 км, площадь водосбора 216 тыс. км²); б — Обь, г. Барнаул (4450 км, 169 тыс. км²); в — Амур, с. Черняево (2401 км, 442 тыс. км²); г — Амур, с. Кумара (2178 км, 481 тыс. км²)

Согласно данным Гидрологических ежегодников (издания до 1975 г.) коэффициент s можно найти по формуле

$$s = v/(hI),$$

в которую шероховатость русла вошла если не прямым, то косвенным путем. Колебания s за годовой период изменения расхода (гидрографа), однако, весьма значительны, что объясняется линейным характером связи $\tau = \tau(v)$. Изменение s в зависимости от уклона свободной поверхности I для р. Енисей (практически по всей его длине от г. Кызыла до г. Игарки) представлено на рис. 2.

В правую часть формулы (1) входит уклон свободной поверхности I , что весьма неудобно, так как, например, в Гидрологических ежегодниках (издания до 1975 г.) нет данных об уклонах для рек отдельных бассейнов на окраинных регионах России или других республик СНГ. Поэтому возникает задача об изъятии из уравнения (1) и величины уклона свободной поверхности.

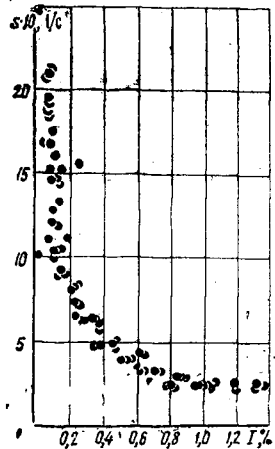
Разделив обе его части на среднюю глубину h , получим

$$v/h = sI.$$

Натурные данные показывают, что связь между v и h для отдельного створа реки (в основном русле до выхода потока на пойму) является прямолинейной, т. е. можно записать

$$v/h \approx idem,$$

Рис. 2. Зависимость $s' = s(I)$ для р. Енисей (данные доц. Ю. И. Рябокопя), г. Кызыл, с. Чаохоль, с. Усть-Оса, с. Крутой Поворот, с. Пойлово, с. Никитино, с. Подсиняя, г. Минусинск (протока Минусинская), г. Дивногорск, г. Красноярск (п. Базаиха), с. Казачинское, г. Енисейск, с. Подкаменная Тунгуска, с. Нижняя Тунгуска, г. Игарка. Наблюдения по г. Красноярску — с 1901 г., по г. Енисейску — с 1930 г. Наибольший максимальный расход по створу г. Игарки в 1969 г. 176 тыс. м³/с



следовательно,

$$sI \approx \text{idem.}$$

Линейность связи $v = v(h)$ для речных потоков впервые отмечена М. П. Сасоровым [6], затем упоминается Г. В. Железняковым [3]. Можно привести также наши данные для многих потоков в Западной и Восточной Сибири, бассейнах Забайкалья и Дальнего Востока. Обозначив

$$sI = s_*$$

получим

$$s_* = v/h_*$$

Отсюда

$$v = s_* h_* \quad (2)$$

В качестве примера на рис. 3 показана зависимость Q от s_* . Как видим, разброс величин s_* для отдельно взятых потоков невелик (0,1...0,4), что говорит о возможности определения средней скорости естественного потока через коэффициент s_* по натурным данным. Гидрологических ежегодников издания до 1975 г. Коэффициент шероховатости русла и уклон свободной поверхности в уравнение (2) не вводятся.

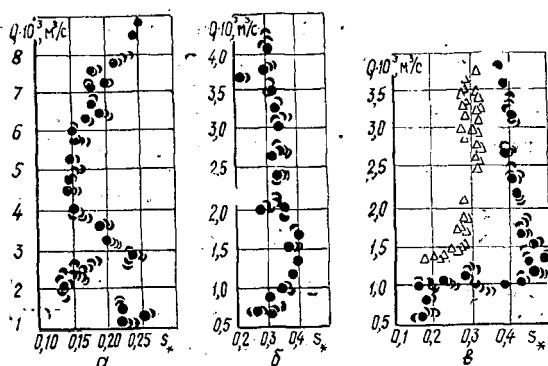


Рис. 3. Зависимость $Q = Q(s_*)$: а — р. Обь, с. Дубровинское (2876 км, 258 тыс. км²). Наибольший среднееголетний расход в 1950—1970 гг. 5600 м³/с (диапазон 3600...11 400 м³/с); б — р. Енисей, с. Крутой Поворот (3129 км, 172 тыс. км²). В 1930—1970 гг. расход 6130 м³/с (2700...9200 м³/с); в — р. Ангара, правобережный приток Енисея, Δ — п. Татарка (30 км, 1039 тыс. км²); \bullet — с. Богучаны (316 км, 866 тыс. км²)

При слабой гидрологической изученности потоки в восточных бассейнах целесообразно объединить географически в группы со сходными характеристиками русла и однообразным уклоном свободной поверхности: 1) р. Обь, Иртыш, Чулым и их притоки, а также левобережные притоки Енисея — Кас, Сым, Дубчес, Елогуй; 2) р. Енисей с правобережными; притоками — Ангара, Подкаменная и Нижняя Тунгуски, потоки бассейна Лены; 3) притоки Байкала — Селенга, Баргузин, Верхняя Ангара и др.; 4) р. Яна, Индигирка, Колыма; 5) р. Амур с притоками; 6) потоки о-ва Сахалин и Камчатка.

Затем, для этих групп устанавливают гидравлические показатели, в частности коэффициенты s_* (аналогичное мнение высказано К. В. Гришаниным [2, с. 87]). Так, для р. Оби этот коэффициент в среднем составляет 0,2 (г. Барнаул), для Енисея по створам ниже г. Кызыла — 0,37, Ангары — 0,3...0,4, Баргузина по одноименному створу — 0,05...0,25, Амура — 0,13 на плесах у г. Хабаровска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Альтшуль А. Д. и др. Сравнение формул без коэффициента шероховатости для определения средней скорости течения воды в реках // Гидротехнич. строительство.— 1973.— № 1.— С. 41—42. [2]. Гришанин К. В. Гидравлическое сопротивление естественных русел.— СПб.: Гидрометеиздат, 1992.— 192 с. [3]. Железняков Г. В. Гидравлика и гидрология.— М.: Транспорт, 1989.— 204 с. [4]. Карасев И. Ф. и др. Гидрометрия.— Л.: Гидрометеиздат, 1985.— 384 с. [5]. Павловский Н. Н. Гидравлический справочник.— Л., М.: ОНТИ НКТП СССР, 1937.— 890 с. [6]. Сасоров М. П. О влиянии формы сечения на линейную зависимость между средней скоростью и средней глубиной // Гидротехнич. строительство.— 1965.— № 7.— С. 18—23. [7]. Сергутин В. Е. О постулате Шези для открытых потоков // Лесн. журн.— 1992.— № 2.— С. 54—63.— (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Сергутин В. Е. Гидравлическое сопротивление естественных русел // Энергетика.— 1992.— № 2.— С. 110—118.— (Изв. высш. учеб. заведений). [9]. Справочник по гидравлическим расчетам / Под ред. П. Г. Киселева.— М.: Энергия, 1974.— 314 с. [10]. Чоу В. Н. Гидравлика открытых каналов / Пер. с англ.— М.: Стройиздат, 1969.— 464 с.

Поступила 27 июля 1992 г.

УДК 624.21 : 691.116

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

В. П. СТУКОВ

Архангельский лесотехнический институт

В процессе проектирования мостового сооружения вопрос о выборе конструкционных материалов занимает особое место, поскольку его рациональное решение определяет не только стоимость, но и сроки службы.

Практика отечественного и зарубежного строительства показывает, что в условиях труднопрогнозируемого роста транспортных потоков, интенсивной индустриализации, изменения климата существенно меняется представление о долговечности мостов. Расширение площадей промышленных зон на десятки и сотни квадратных километров привело к повышению концентрации солей и кислотным дождям. При проектировании мостового сооружения тщательно взвешиваются все стороны «вечного» железобетона, «идеального» металла и естественного полимера — древесины.

Ученые США [1], полагают, что независимо от того, из какого материала построен мост, через 50 лет потребуются модификация его конструкции.

Всесторонняя оценка реальных сроков эксплуатации железобетонных и стальных мостов определила срок их службы в 30...35 лет, деревянных — в среднем 50 лет [6]. В США, Канаде и европейских странах в деревянных мостах, как правило, используется клееная древесина. Длительный срок службы деревянного моста объясняется хорошей сохранностью антисептированной древесины и отсутствием расщепления клеевых швов. На конференции, состоявшейся в июле 1989 г. в штате Вермонт (США), был рассмотрен вопрос о возможности замены старых железобетонных и стальных мостов деревянными [5].