

УДК 551.482(574)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА РАСХОДОВ
ВОДЫ ИЗМЕРЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПОПЛАВКОВ**

Канд. техн. наук Т.И. Нарбаев
К.Т. Нарбаева
Марс Нарбаев
Г.К. Исмаилова
М.Т. Нарбаев

В результате анализа существующих материалов и проведенных натурных исследований предложены формулы для определения средней скорости в живом сечении и расхода воды в открытых русловых потоках.

Измерение расхода поверхностными поплавками производят в случае неисправности или отсутствия вертушки и, кроме того, в тех случаях, когда использовать вертушку оказывается невозможным. Например, при ледоходе, молевом сплаве, а также при аварийном состоянии гидрометрической переправы. При ледоходе поплавками могут служить приметные льдины, при лесосплаве бревна. Поплавки находят широкое применение при измерении расходов воды аэрометодами.

Измерению расходов воды поверхностными поплавками посвящены многочисленные исследования [1...5] и др. В частности в перечисленных работах величина фиктивного расхода воды вычисляется по следующей формуле:

$$Q_{\phi} = kV_1\omega_0 + ((V_1 + V_2)/2)\omega_1 + \dots + ((V_{n-1} + V_n)/2)\omega_{n-1} + kV_n\omega_n, \quad (1)$$

где Q_{ϕ} – величина фиктивного расхода, м³/с; V_1, V_2, \dots – средние скорости на вертикалях, м/с; ω_0 – площадь живого сечения между берегом и первой скоростью вертикалью, м²; ω_1 – площадь живого сечения между первой и второй вертикалями, м²; ω_n – площадь живого сечения между последней скоростной вертикалью и берегом (или границей мертвого пространства), м²; k – эмпирический коэффициент, величина которого для различных случаев принимается следующей:

пологий берег с нулевой глубиной на урезе –	$k = 0,7$ м;
обрывистый берег или неровная стена –	$k = 0,8$ м;
гладкая стена –	$k = 0,9$ м;
наличие мертвого пространства –	$k = 0,5$ м.

Тогда величина действительного расхода воды определяется по выражению:

$$Q = k_1 Q_{cp}, \quad (2)$$

где k_1 – переходной коэффициент от фиктивного расхода к действительному.

Величину переходного коэффициента часто выражают формулой:

$$k_1 = V_{cp} / V_{нов}, \quad (3)$$

где V_{cp} – средняя скорость в живом сечении, м/с; $V_{нов}$ – средняя поверхностная скорость, м/с.

Если измерение расхода воды производили поплавками, запускаемыми только на стержень реки, то величину переходного коэффициента можно выразить формулой:

$$k_2 V / V_{max}, \quad (4)$$

где V_{max} – наибольшая поверхностная скорость течения, м/с.

Переходные коэффициенты k_1 и k_2 определяют по данным одновременных измерений расхода вертушкой и поплавками [1...5].

Ориентировочные данные о величинах переходных коэффициентов k_1 и k_2 заимствованных из работ [2, 3, 4] приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения переходных коэффициентов k_1 и k_2

Характеристика русла (поймы)	Параметр	Средняя глубина, м		
		<1	1...5	>5
Русла прямые, чистые земляные (глина, песок), галечные, гравийные	k_1	0,80	0,84	0,86
	k_2	0,64	0,66	0,67
Русла извилистые, частично заросшие травой. Поймы, сравнительно разрабатанные с растительностью (травя, редкий кустарник)	k_1	0,75	0,80	0,83
	k_2	0,60	0,63	0,65
Русла и поймы значительно заросшие с глубокими промоинами	k_1	0,65	0,74	0,80
	k_2	0,55	0,59	0,62
Поймы сплошь лесные, таежные	k_1	0,57	0,69	0,75
	k_2	0,46	0,56	0,60

Из соотношения (3) и (4) можно записать:

$$k_1 V_{нов} = k_2 V_{max}. \quad (5)$$

Отсюда

$$V_{нов} = (k_2 / k_1) V_{max}. \quad (6)$$

Чтобы установить отношение k_2/k_1 воспользуемся данными табл. 1.

Таблица 2

Установление отношения k_2/k_1

Характеристика русла (поймы)	Отношение	Средняя глубина, м		
		<1	1...5	>5
Русла прямые, чистые земляные (глина, песок), галечные, гравийные	k_2/k_1	0,80	0,79	0,78
Русла извилистые, частично заросшие травой. Поймы, сравнительно разработанные с растительностью (травы, редкий кустарник)	k_2/k_1	0,80	0,79	0,78
Русла и поймы, значительно заросшие с глубокими промоинами. Русла извилистые, сложенные из крупных валунов. Поймы со сложными косоструйными течениями	k_2/k_1	0,84	0,80	0,78
Поймы сплошь лесные, таежные	k_2/k_1	0,81	0,81	0,80
Средние		0,81	0,80	0,79

На основании табл. 2 и формулы (6) можно записать:

$$V_{нов} \cong 0,8V_{max}. \quad (7)$$

Для подтверждения приведенного выражения, на р. Талас ниже таласской плотины на специально оборудованном подвесном гидрометрическом мостике в течении ряда лет проводились натурные исследования.

Чтобы измерить скорость течения воды поплавками выше и ниже подвесного гидрометрического мостика на равных расстояниях разбивались дополнительно два створа с таким расчетом, чтобы продолжительность хода поплавков между верхним и нижним створами была не менее 20 секунд [1, 5]. Расстояние между верхним и нижним створами измерялись стальной лентой в два хода. В 5...10 м выше верхнего створа разбивался пусковой створ, служащий для запуска поплавков.

Измерения скоростей течения поплавками производились в следующей последовательности:

1. На пусковом створе забрасывались в р. Талас последовательно 20...25 поплавков, поплавок пускался из восьми – десяти мест по ширине реки так, чтобы через подвесной гидрометрический мостик они проходили группами по две – три штуки;
2. При прохождении каждого поплавок через створы, наблюдатели давали сигналы. Продолжительность хода каждого поплавок от верхнего до нижнего створа определялись по секундомеру;

3. На подвесном мостике в момент пересечения его поплавками отмечалось расстояние от постоянного начала до поплавок в створе, для этого ниже мостика был натянут размеченный через метр шпагат.

При измерении максимальной поверхностной скорости порядок и состав работ оставался тот же, но со следующими изменениями:

1. Поплавки забрасывались только на стержень р. Талас, где наблюдалась максимальная скорость течения;
2. Количество поплавков уменьшали до 5...10;
3. Положение поплавков на подвесном гидрометрическом мостике не определялось;
4. Из всех запущенных поплавков отбирались три поплавок с наименьшей продолжительностью хода.

Далее определялась средняя скорость живого сечения р. Талас в створе подвесного гидрометрического мостика с помощью вертушки.

После проведенных массовых измерений скорости течения воды установлены следующие предельные значения отношения $k_2/k_1 = 0,78...0,83$. Сравнительные расчеты с приведенными данными табл. 1 и 2 дают близкие результаты. Расхождение не превышает 3...4 %, что вполне допустимо в водохозяйственных и водно-энергетических расчетах.

Тогда, используя формулу Г.В. Железнякова [2]:

$$V = 0,5(3V_{нов} - V_{max}) \quad (8)$$

устанавливается средняя скорость живого сечения, при измерении распределения скоростей по ширине потока:

$$V = 0,875 \cdot V_{нов} \quad (9)$$

при измерении максимальной скорости:

$$V = 0,7 \cdot V_{max} \quad (10)$$

При этом расход воды в открытых русловых потоках можно определить: при измерении распределения скоростей по ширине потока

$$Q = 0,875 \cdot \omega \cdot V_{нов} \quad (11)$$

при измерении максимальной скорости

$$Q = 0,7 \cdot \omega \cdot V_{max}, \quad (12)$$

где $\omega = \omega_0 + \omega_1 + \dots + \omega_n$ – площадь живого сечения реки, м².

Предложенные формулы ускоряют определение расходов воды, измеренных поплавками в открытых русловых потоках, не снижая при этом точности расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 447 с.
2. Железняков Г.В. Теория гидрометрии. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 343 с.
3. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 423 с.
4. Овчаров Е.Е., Захаровская Н.Н., Прошляков И.В. и др. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока. – М.: Агропромиздат, 1988. – 223 с.
5. Орлова В.В. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 413 с.

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати
ДГП НИИВХ

ҚАЛТҚЫЛАРДЫҢ КӨМЕГІМЕН ӨЛШЕНІЛГЕН СУДЫҢ ӨТІМІН ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕМЕСІН ЖЕТІЛДІРУ

Техн. ғылымд. канд. Т.И. Нарбаев
 К.Т. Нарбаева
 Марс Нарбаев
 Г.К. Исмаилова
 М.Т. Нарбаев

Бар мәліметтерді талдаудың және натуральды зерттеудің қорытындысында ашық арналардағы ағынды қимадағы судың орташа жылдамдығын және өтімін анықтауға формулалар ұсынылған.