

Аналогичное сравнение, выполненное более чем для 100 опытов, показывает удовлетворительное согласование расчетных и экспериментальных данных, особенно во внутренней области сечения. Имеющееся отклонение расчетных скоростей от экспериментальных на вертикалях, близких к урезам потока, и особенно у свободной поверхности, можно объяснить использованием обобщенной гипотезы, которая, хотя и позволяет создать единый подход к разработке методики расчета продольного поля скоростей в руслах различной формы сечения, не учитывает трехмерности поля осредненных скоростей в потоке некруглого сечения и других факторов. Этим во многом объясняется уже упоминавшееся отклонение вычисленных скоростей от экспериментальных. Учет влияния поперечных скоростей на продольные и уточнение на этой основе полей продольных скоростей — задача дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г о н ч а р о в В.Н. Динамика русловых потоков. — Л., 1962. — 368 с. 2. К о в а л е н к о Э.П. Распределение скоростей в равномерном потоке жидкости. — ИФЖ, 1961, № 4, с. 55–61. 3. К о в а л е н к о Э.П. Исследование движения воды в открытых руслах. — Минск, 1963. — 224 с. 4. Р о г у н о в и ч В.П. К расчету распределения продольных скоростей в двупараметрических прямолинейных потоках. — В сб.: Водное хозяйство Белоруссии. Минск, 1971, вып. 1, с. 64–73. 5. Р о г у н о в и ч В.П., О с и п о в и ч А.А., Ц а ц у к Г.С. Распределение продольного компонента осредненной скорости в однородных по длине потоках трапецидального сечения. — В сб.: Водное хозяйство и гидротехническое строительство. Минск, 1980, вып. 10, с. 109–117. 6. А г р о с к и н И.И., Ш т е р е н л и х т Д.В. Уточненная формула для коэффициента Шези С. — Гидротехника и мелиорация, 1965, № 9, с. 32–55. 7. Н и к и т и н И.К. Турбулентные течения со сдвигом в задачах гидромеханики: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. — Л., 1968. — 39 с. 8. Проблемы турбулентности. — В сб. пер. стат. О. Рейнольдса, Л.Прандтля, Т.Кармана и др. — М., —Л., 1936. — 332 с. 9. Н и к и т и н И.К. Турбулентный русловой поток и процессы в придонной области. — Киев, 1963. — 138 с. 10. Н и к и т и н И.К. Обобщение зависимости для расчета стабилизированных турбулентных течений по двухслойной схеме. В сб.: Исследование однородных и взвесенесущих потоков. Киев, 1967, с. 17–25.

УДК 626.824

М.И.БОГДАНОВИЧ, А.А.ОСИПОВИЧ,
Г.С.ЦАЦУК, Ф.Д.ШНИПОВ (ЦНИИКИВР)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЕЙ ОСРЕДНЕННЫХ СКОРОСТЕЙ В ЗЕМЛЯНЫХ КАНАЛАХ

При выполнении гидравлических расчетов, связанных с проектированием устойчивых сечений каналов, разработкой способов измерения расходов воды, а также при решении других технических и научных задач необходимо учитывать особенности в распределении по сечению осредненных скоростей.

Лабораторные исследования [1] показали, что в прямолинейных потоках существуют поперечные компоненты осредненной скорости, оказывающие существенное влияние на распределение скоростей, в том числе и придонных. Это подтверждается и нашими экспериментальными исследованиями в земля-

Табл. 1. Диапазон изменения основных характеристик потоков

Канал	Количество измеренных полей скоростей	Диапазон изменения расхода Q , $\text{м}^3/\text{с}$	Диапазон изменения средней v , $\text{м}/\text{с}$	Диапазон изменения глубины H_{max} , м	Диапазон изменения ширины по верху, В , м	Диапазон изменения $V/h_{\text{ср}}$
МК КОС	8	177,8–229,3	0,863–1,008	5,09–5,54	50,6–51,4	12,45–11,62
МК ФОС	7	38,6–40,9	0,499–0,532	2,74–2,80	31,6–32,0	13,30–12,79
Р–2 КОС	8	20,6–36,0	0,261–0,463	2,64–3,86	26,8–30,5	12,81–13,42

ных магистральных каналах, основные гидравлические характеристики которых приведены в табл. 1.

Исследования проводились в створах, размещенных на прямолинейных участках, удовлетворяющих в основном требованиям [2]. Руслу каналов проложены в тяжелых глинах. Они незаросшие и незаиленные. Скоростные вертикали показаны на рис. 1. Расположение точек измерения скоростей принималось в соответствии с рекомендациями детального способа измерения расходов воды. В канале МК КОС при двух уровнях, а в Р-2 КОС — при одном выполнены более подробные исследования полей скоростей, для чего количество точек удвоено.

Измерения продольных компонент скорости производились с помощью дистанционных установок ГР-64, а поперечных — с ГР-42. В качестве измерителя скорости была использована микровертушка [3] с лопастными винтами диаметром 30 мм.

Обработка полученных результатов выполнялась с помощью ЭВМ. Поперечные компоненты осредненной скорости вычислялись по формуле $\bar{u}_3 = |\bar{u}| \sin \alpha$, где \bar{u} — вектор осредненной скорости, α — угол между \bar{u} и продольным направлением.

Анализ всех полученных полей скоростей показал, что характер их изменения для каждого канала в общих чертах совпадает (см. рис. 1).

Анализ распределения продольного компонента подтверждает: в определенных местах сечения наблюдается как сгущение (зона высоких градиентов), так и разрежение изотак. Характерным является и постоянное погружение под поверхность максимума \bar{u}_1 на вертикалях в области откосов. Эти особенности объясняются трехмерностью поля осредненных скоростей, существование которого подтверждается как непосредственными измерениями поперечных компонент, так и характерным поведением изотак. Величина \bar{u}_3 достигает 7% от средней по сечению скорости и принимает максимальные значения в придонной области. Измерения горизонтальной компоненты осредненной скорости в МК КОС (рис. 1, а) показывают, что в зоне откосов имеет место поперечная циркуляция с направленностью донных струй к оси симметрии канала. Как показывает анализ поведения изотак в остальной части сечения, существуют индуцированные винты, количество которых определяется в основном соотношением поперечных размеров потока. Аналогичная картина наблюдается в других каналах. При этом зоны сгущения изотак соответствуют нисходящим токам поперечной циркуляции, а зоны разрежения — восходящим.

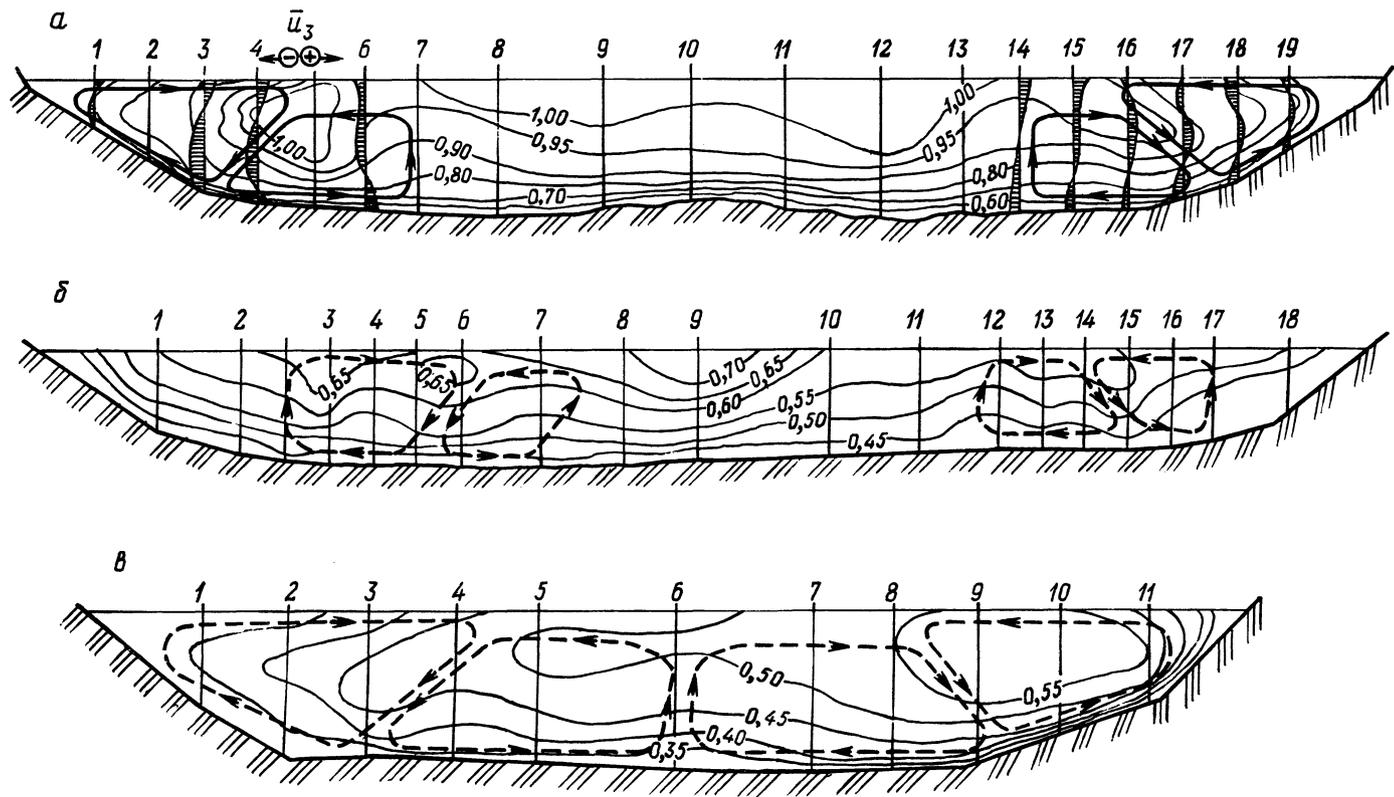


Рис. 1. План изотех и направление поперечной циркуляции в земляных каналах: а – МК КОС – $Q = 177,8 \text{ м}^3/\text{с}$, $v_{\text{ср}} = 0,863 \text{ м/с}$; б – МК ФОС – $Q = 39,1$; $v_{\text{ср}} = 0,502$; в – Р-2 КОС – $Q = 36,0 \text{ м}^3/\text{с}$; $v_{\text{ср}} = 0,463 \text{ м/с}$. 1, 2, 3 ... – номера вертикалей.

Выполненные исследования показали, что характер поперечной циркуляции в натуральных каналах практически совпадает с характером поперечной циркуляции в лабораторном канале трапецидального поперечного сечения при равномерном движении [4]. Это позволяет предположить невысокую степень неравномерности движения воды в исследованных магистральных каналах.

Отмеченные особенности в распределении по сечению осредненных скоростей следует учитывать при решении практических задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Великевич П.А. Экспериментальное изучение поперечной циркуляции при равномерном прямолинейном движении жидкости: Материалы конф. молодых ученых АН БССР. – Минск, 1962, с. 19–26. 2. Наставление гидрометрическим станциям и постам. – Л., 1972, ч. 2, вып. 6. – 266 с. 3. Приборы для измерения скоростей движения воды/В.П.Рогуневич, А.А.Осипович, В.Ф.Янголь, Л.П.Кравай. – Гидротехника и мелиорация, 1978, № 5, с. 32–35. 4. Шнипов Ф.Д. Экспериментальное изучение поперечной циркуляции и локальных деформаций прямолинейных каналов трапецидального поперечного сечения. – В сб.: Моделирование речных потоков для решения водохозяйственных задач. М., 1983, с. 93–98.

УДК 532.592:551.466

Е.М.ЛЕВКЕВИЧ, канд.техн.наук, доц.,
Р.В.МИХНОВА, Л.А.МАЩЕНКО (БПИ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЛН НА ТЕЧЕНИИ В КАНАЛЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Распространение волн на текущей воде может происходить в устьевых участках рек, в береговой зоне морей и водохранилищ, на акваториях портов. Это же явление иногда имеет место на достаточно широких реках и каналах на участках, где направление ветра совпадает с направлением геометрической оси русла.

Анализ литературных данных [1–6] показывает, что имеющиеся рекомендации по определению параметров волн на течении требуют уточнения, так как при расчете их по различным предлагаемым зависимостям при одинаковых исходных данных получаются неодинаковые результаты.

Для установления методики проведения экспериментов и обработки данных, в частности методики генерирования волн, их последующей трансформации на течении, нами были проведены лабораторные исследования.

Для опытов использовался проточный гидравлический лоток 12,0 x 0,6 x x 0,32 м, на сливном участке которого был установлен щитовой волнопродуктор. Щит волнопродуктора шарнирно закреплялся на опорах при помощи стоек на некотором расстоянии от дна лотка, что обеспечивало протекание под ним воды. Подача воды и регулирование расходов производились через оголовки при помощи задвижек. Уровень воды в лотке поддерживался при помощи затвора типа "жалюзи", установленного за щитом волнопродуктора.

Измерение параметров волн осуществлялось осциллографическим методом, для чего в нескольких створах лотка на расстоянии от щита волнопродуктора