

вании их в качестве покрытий верховых откосов.

Резюме. На основании выполненных опытов делается вывод о возможности гашения волновой энергии конструкциями из пористого бетона. Дается оценка волногасящей способности пористого бетона.

Л и т е р а т у р а

1. Божич П.К., Джунковский Н.Н. Морское волнение и его действие на сооружения и берега. М., 1949. 2. Лушинский М.И. Исследование работы каменных креплений верховых откосов земляных плотин. - В сб.: Проектирование и строительство земляных сооружений. М., 1953. 3. Пышкин Г.А. Динамика берегов водохранилищ. Киев, 1973. 4. Шайтан В.С. Крепления земляных откосов гидротехнических сооружений. М., 1974. 5. Шанкин П.А. Воздействие волн на гидротехнические сооружения. М., 1955.

УДК 532.59 + 627.8

В.Н.Юхновец, канд.техн.наук

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВЫСОТЫ ВЕТРОВЫХ ВОЛН В ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Функции распределения высот волн наиболее полно изучены для условий моря и океана и практически хорошо аппроксимируются теоретическими кривыми Рэлея, Гаусса, эмпирическими кривыми Я.Г. Виленского, Б.Х. Глуховского, И.Н. Давидана, Л.Ф. Титова [3, 4, 12, 16].

Для условий водохранилищ функции распределения $K_n = \frac{h_{i\%}}{\bar{h}}$

($h_{i\%}$ - высота волны i %-й обеспеченности в совокупности, \bar{h} - средняя высота волны в той же совокупности волн) описываются иными кривыми, и ширина спектра K_n меньшая, чем в морских условиях волнообразования [15]. Во многих случаях эти распределения описываются кривыми Пирсона I типа [6, 8, 13] при соответствующих значениях коэффициентов вариации ряда C_V и асимметрии C_S . Так как эти коэффициенты различны по величине на разных водохранилищах (табл. 1), то

Таблица 1

Наименование водохранилища	C_v	C_s
Братское водохранилище [6]	0,46	1,5 C_v
Каховское водохранилище [13]	0,35-0,46	-
Горьковское водохранилище [14]	0,37-0,40	0,9-3,3 C_v
Каираккумское водохранилище [11]	0,25-0,45	-
Тбилисское водохранилище, Сионское водохранилище [2]	0,32	2 C_v
Осиповичское водохранилище (наши наблюдения)	0,28	0-2,5 C_v
Море [16]	0,52	0,65 C_v

Таблица 2

Водохранилища, море	Обеспеченность K_h , %						
	1	2	5	10	20	30	50
Море	2,52	2,28	1,91	1,69	1,38	1,21	0,93
Братское водохранилище [6]	2,30	-	1,82	1,60	-	-	0,94
Каховское, Цимлянское водохранилища [13]	2,05	1,88	1,65	1,48	-	1,17	0,97
Тбилисское водохранилище [2]	1,86	1,71	1,61	1,47	1,30	1,12	0,99
Осиповичское водохранилище (наши наблюдения)	1,81	1,70	1,52	1,41	1,25	1,15	0,97

Таблица 3

Обеспеченность K_h , %	1	2	5	10	20	30	50	70
Опытные данные	1,81	1,70	1,52	1,41	1,25	1,15	0,97	0,88
По [9]	2,08	-	1,75	1,60	1,35	1,22	0,97	0,75
По [10]	2,08	1,90	1,75	-	-	-	-	-

и спектры K_{Hr} получаемые расчетным путем, будут различными (табл. 2).

В работах [9, 10] даны обобщенные кривые распределения K_h с учетом основных волнообразующих факторов, которые рекомендованы к практическому использованию в любых условиях волнообразования. Однако значения K_h , полученные нами при обработке волнограмм, записанных на Осиповичском водо-

хранилище, и рассчитанные для тех же условий волнообразования по [9, 10], различные (табл. 3), что не подтверждает полную универсальность кривых распределения [9, 10] для условий малого водоема [7].

Как видно из табл. 3, вопрос о распределении высоты ветровых волн на водохранилищах, особенно на малых, нуждается в дальнейших исследованиях.

Можно считать, что на каждом искусственном водоеме элементы волн характеризуются своей функцией распределения, являющейся индивидуальным проявлением единой закономерности, так как процессу развития ветрового волнения на всех водоемах присущи одни и те же объективные законы, усложняемые лишь теми или иными отдельными факторами, представляющими признаки ограниченности водоема, которые пока недостаточно изучены. Анализ материалов наблюдений по спектру K_h наших и других исследований [2, 6, 11, 14] при установившемся волнении показывает, что ширина спектра K_h в водохранилищах зависит от их размеров, которые приблизительно можно выразить через относительную глубину водоема $h^* = \frac{\bar{h}}{H}$ (H – глубина водоема) и линейные размеры водной поверхности, выражаемые через длину разгона D .

По нашему мнению, одним из главных факторов, влияющих на функцию распределения K_h в водохранилищах, является длина разгона D в озеровидной части водоема. При этом сделано допущение, что одновременное влияние всех других факторов также можно учесть посредством D , если в искомую функцию ввести некоторый опытный коэффициент, относящийся к конкретным условиям волнообразования. В этом случае задача упрощается. Необходимо лишь отыскать связь между опытными относительными высотами волн в совокупности (индивидуальными функциями распределения K_h), с одной стороны, с разгоном и неизвестным пока опытным коэффициентом, обусловленным совместным воздействием всех ограничивающих факторов, с другой стороны.

Аналізу подверглись материалы наблюдений, которые относятся к установившемуся волнению при относительных глубинах $h^* = 0,02 - 0,10$. За математическую основу функции распределения относительных высот K_h взята зависимость, полученная Ю.М.Крыловым [5] для мелководной прибрежной зоны в виде

$$F_h = \exp \left[-\frac{\pi}{4} \left(\frac{h_i}{h} \right)^b \right]. \quad (1)$$

Различие в функциях, описывающих разнообразие высот волн в прибрежной зоне по [5] и в водохранилищах, будет заключаться в неодинаковой физической и аналитической интерпретации числа b . В рассматриваемой задаче b есть тот опытный коэффициент, который отражает совокупное влияние условий ограниченности водоема на функцию распределения K_h . Численное его значение в конкретном водохранилище и будет определять функцию распределения высот ветровых волн в нем. Следовательно, решение задачи сводится к определению по материалам наблюдений показателя степени b .

По принятому допущению

$$b = f(D) \quad (2)$$

Зная D и K_h различной обеспеченности в системе волн, можно легко отыскать величину параметра b в условиях данного опыта. Одним из приемов для определения значения b является спрямление кривой распределения K_h на графике (на специальной клетчатке). В данном случае было необходимо, чтобы опытные относительные высоты волн K_h ложились близко к прямой на функциональной сетке с координатами: по оси ординат - логарифм K_h , по оси абсцисс - билогарифм F_h в со-

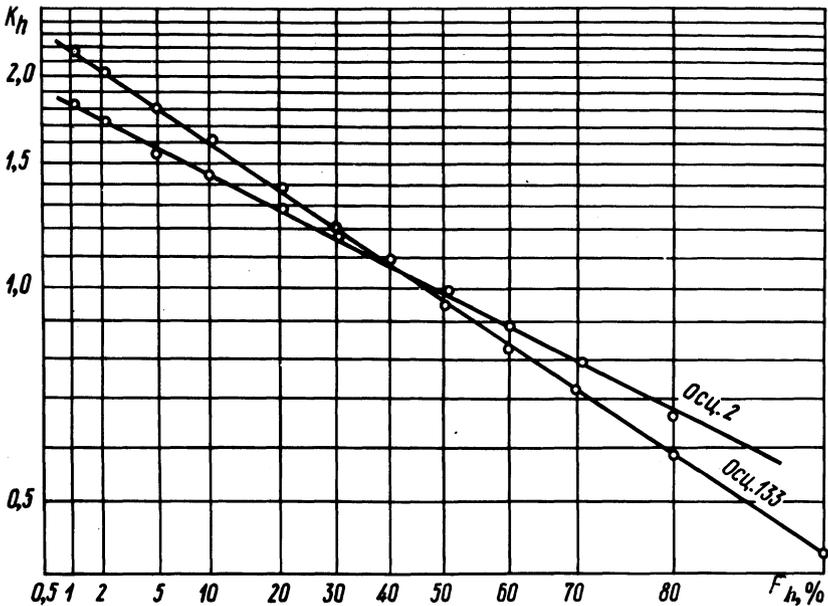


Рис. 1. Функции распределения относительных высот волн, полученных экспериментально на Осиповичском водохранилище (осциллограмма 2) и на Куйбышевском (осциллограмма 133) [13].

ответствии со структурой (1). Тогда котангенс угла наклона опытной линии, близкой к прямой, и есть в некотором масштабе искомая величина параметра b .

При обработке материалов наши опытные данные и отобранные K_H по литературным источникам укладывались на этой сетке так, что через них можно было провести прямую линию (рис. 1). Это свидетельствовало о том, что аналитическая структура принятой для анализа интегральной функции (1) правомерна и для функций распределения K_H на водохранилищах, т.е. распределения K_H описываются семейством кривых Вейбулла [9]. Этим также подтверждается принятый прием определения показателя степени b в функции (1) применительно к условиям волнообразования на водохранилищах.

В качестве исходных данных были использованы материалы наших наблюдений за волнением на Осиповичском водохранилище и материалы наблюдений на озерах и водохранилищах СССР (Куйбышевском, Волгоградском, Горьковском, Цимлянском, Каховском), полученные из литературных источников. Записи волнения осуществлены при скорости ветра до 18 м/с. По этим данным для каждой записи волнения определены показатели степени b по описанной методике.

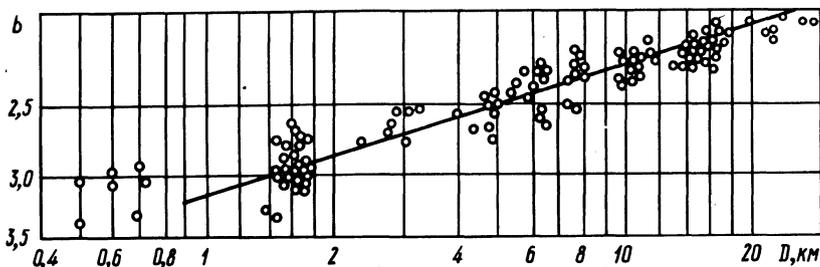


Рис. 2. Зависимость $b = f(D)$.

Для установления связи между значениями показателя степени b и разгона D построен график зависимости (2) на логарифмической функциональной сетке (рис. 2). Как видно, имеется коррелятивная связь между величинами b и D , выражаемая формулой

$$b = \frac{3,17}{D^{0,14}}, \quad (3)$$

где D — длина разгона в озеровидной части водоема, км.

Формула (3) получена методом наименьших квадратов. Формулу (1) после преобразования можно записать в более прос-

том виде

$$K_h = \sqrt[b]{2,93(-lgF_h)} \quad (4)$$

Как известно, для неограниченных водоемов показатель степени b равен 2. Поэтому в предлагаемом решении предельное минимальное значение b следует принимать равным 2. По мере увеличения числа b спектр K_h становится более узким. Сопоставление опытных значений K_h на водохранилищах с рассчитанными по зависимостям [9, 10] и предлагаемым (1), (3) показывает хорошую сходимость натуральных данных с рассчитанными по (1), (3), особенно для малых водохранилищ. В качестве примера в табл. 4 приведены данные наших наблюдений на Осиповичском водохранилище и по записи, состоящей из 600 волн, полученной и обработанной В.Б.Вайсбандом [1] в условиях Куйбышевского водохранилища. Поэтому зависимости (1), (3) можно рекомендовать для расчета спектра высот ветровых волн на водохранилищах, особенно на малых.

Таблица 4

Водохранилище	$\frac{\bar{h}}{H}$	Обеспеченность K_h (%)			b
		опытные данные	по [9, 10]	по (1), (3)	
Осиповичское	0,07	1,81	2,08	1,81	2,97
Куйбышевское	0,04	2,18	2,14	2,19	2,25

Резюме. Дано предложение по расчету относительных высот ветровых волн в водохранилищах. Необходимость же уточнения имеющихся решений по расчету спектра K_h обусловлена недостаточной изученностью данного вопроса применительно к условиям волнообразования в водохранилищах, особенно малых.

Л и т е р а т у р а

1. Вайсбанд В.Б. Основные итоги производства экспериментальных и натуральных волномерных наблюдений на Куйбышевском водохранилище. - В сб.: Сб. работ Комсомольской гидрометеообсерватории. Вып. 1. Куйбышев, 1962. 2. Варазашвили Н.Г. Основные характеристики нерегулярности ветрового волнения в условиях водохранилищ горных и предгорных зон. - В сб.: Труды координационных совещаний по гидротехнике. Дополнительные материалы к вып. 83. Л., 1973. 3. Глуховс-

- кий Б.Х. Исследование морского ветрового волнения. Л., 1966.
4. Давидан И.Н., Лопатухин Л.И., Рожков В.А. Ветер и волны в океанах и морях (справочные данные). Л., 1974.
 5. Крылов Ю.М. Расчет максимальных высот морских волн. – "Труды Гос. океанографического ин-та", 1961, вып. 61.
 6. Куклин А.К., Новиков Ю.М. Некоторые результаты инструментальных наблюдений за волнением на Братском водохранилище. – В сб.: Сб. работ Братской гидрометеобсерватории. Вып. 1. Иркутск, 1969.
 7. Левкевич Е.М., Юхновец В.Н. К расчету высоты ветровой волны на водохранилищах с малой длиной разгона. – В сб.: Водное хозяйство Белоруссии. Вып. 2. Минск, 1974.
 8. Селюк Е.М. Исследования, расчеты и прогнозы ветрового волнения на водохранилищах. Л., 1961.
 9. Стрекалов С.С. Обобщенный метод расчета параметров ветровых волн. – "Труды Гос. проектн.-изыск. НИИ морского транспорта", 1974, вып. 36(42), №10. Строительные нормы и правила. СНиП П-57-75 г. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). М., 1976.
 10. Судольский А.С. Трансформация ветровых волн на отмелях водохранилищ. – "Труды ГИ", 1966, вып. 136.
 11. Титов Л.Ф. Ветровые волны. Л., 1969.
 12. Цайтц И.С., Панферова М.С. Некоторые статистические характеристики ветрового волнения Каховского водохранилища. – В сб.: Динамика волновых и циркуляционных потоков. Киев, 1967.
 13. Цветкова Л.И. Ветро-волновой режим Горьковского водохранилища. – В сб.: Сб. работ Горьковской и Волжской гидрометеобсерваторий. Вып. 3. Л., 1966.
 14. Шайтан В.С. Крепления земляных откосов гидротехнических сооружений. М., 1974.
 15. Шулейкин В.В. Физика моря. М., 1968.

УДК 627.421.3

М.А. Ситников, канд.техн.наук

ПРИМЕНЕНИЕ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ РУСЕЛ РЕК (ИЗ ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА)

Регулирование речных русел для обеспечения нормальной эксплуатации речных сооружений особенно важно при больших скоростях течения. В таких случаях требуется защита берегов русла, его регулирование в пределах поймы и стабилизация