

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОГАСЯЩИХ СВОЙСТВ ПРОНИЦАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ОТКОСОВ

Целью настоящей работы явилось исследование волногасящих свойств конструкций из гравия и пористого бетона для изучения возможности обоснованного применения их в качестве защитных покрытий откосов.

В работах [1 - 5] приводятся сведения о взаимодействии волн с проницаемыми креплениями и преградами: молами, волноломами, выполненными наброской из камня, фасонных блоков, а также с сооружениями вертикального типа, имеющими проницаемые (перфорированные) стенки. Здесь же даются некоторые количественные зависимости, касающиеся взаимодействия волн с этими сооружениями. Сведения о взаимодействии волн с пористым бетоном вообще отсутствуют.

Для решения поставленной задачи были проведены три серии опытов. При этом исследовались вопросы влияния крупности гравия, толщины проницаемой преграды из гравия, крупности заполнителя (гравия) в пористом бетоне на волногашение.

Опыты проводились в волновом лотке 12,0х0,6х0,32м, оборудованном щитовым волнопродуктором при глубине воды  $H = 0,3$  м. Для опытов в конце лотка был отсыпан откос из песка, на котором укреплялся гаситель в виде хворостяного тюфяка (рис. 1). В средней части лотка помещался опытный образец.

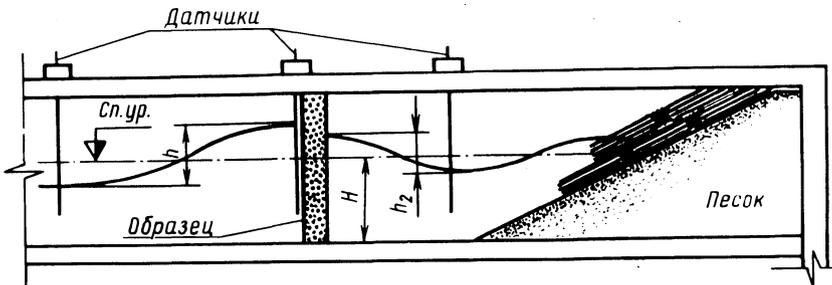


Рис. 1. Схема опытной установки.

Для исследования гравийных материалов применялись две кассеты из металлических сеток с ячейками 1,0х1,0 см (расстояние между сетками 5,0 см). Кассеты заполнялись гра-

вием определенного диаметра. Кассеты устанавливались в лотке на заданном расстоянии друг от друга, а пространство между ними заполнялось гравием того же диаметра. Для изучения волногасящих свойств пористого бетона были изготовлены плиты размером 0,50x0,32x0,05 м на заполнителе (гравии) различной крупности.

Параметры волн измерялись с помощью электродных датчиков, питаемых от усилителя БПИ-2 и регистрировались осциллографом Н-700. Высота волн измерялась в трех створах: непосредственно перед образцом; на расстоянии, равном двум длинам волны перед образцом; на расстоянии длины волны за образцом.

В процессе опытов производилась запись 8-10 волн в каждом створе. При обработке осциллограмм определялась высота исходной волны  $h'_{исх}$ , волны перед образцом  $h'_o$  и волны

за образцом  $h'_r$ . По средним значениям  $\bar{h}_{исх} = \frac{\sum h'_{исх}}{n}$ ,

$\bar{h}_r = \frac{\sum h'_r}{n}$ ,  $\bar{h}_o = \frac{\sum h'_o}{n}$  вычислялись коэффициенты гашения  $k_r = \frac{\bar{h}_r}{\bar{h}_{исх}}$  и отражения  $k_o = \frac{\bar{h}_{исх}}{\bar{h}_o}$

При исследовании влияния крупности гравия на волногашение толщина образца во всех опытах соответствовала толщине кассеты, равной 5 см. Было проведено четыре опыта с крупностью фракций гравия 7 - 10, 10 - 15, 15 - 20 и 20 - 25 мм. Результаты опытов представлены на рис. 2. Как видно, коэффициент гашения возрастает с увеличением крупности гравия, т.е. гашение энергии волн в мелком гравии происходит интенсивнее, чем в крупном. В опыте при изменении крупности гравия от  $d_{50} = 8,5$  мм до  $d_{50} = 22,5$  мм (в 2,6 раза) коэффициент гашения увеличился с 0,16 до 0,26 (в 1,6 раза).

Коэффициент отражения в опытах оставался практически неизменным. Так как пористость гравия практически одинакова для всех фракций (в опытах пористость  $n = 0,39$  для гравия  $d = 7 - 10$  мм и далее соответственно 0,40 при  $d = 10 - 15$  мм; 0,39 при  $d = 15 - 20$  и 0,43 при  $d = 20 - 25$  мм), можно сделать вывод, что гашение волн зависит от размера зерен и пор материала.

Опыты по определению влияния толщины слоя гравия на волногашение проводились с гравием диаметром 20 - 25 мм при толщине образца  $\delta$ , равной 5, 10, 15, 20, 25, 30 см (рис. 1). С увеличением толщины образца улучшается волногашение. Анализ зависимости коэффициента гашения ( $K_{\Gamma}$ ) от относительной толщины образца ( $\delta^1 = \delta / \delta_{50}$ ) (рис. 2, б) показывает, что уже при  $\delta^1 = 2,2$  коэффициент гашения  $K_{\Gamma} = 0,3$ , т.е. при минимальной толщине гравийного слоя, равного тройному диаметру зерен, волна теряет большую часть своей энергии.

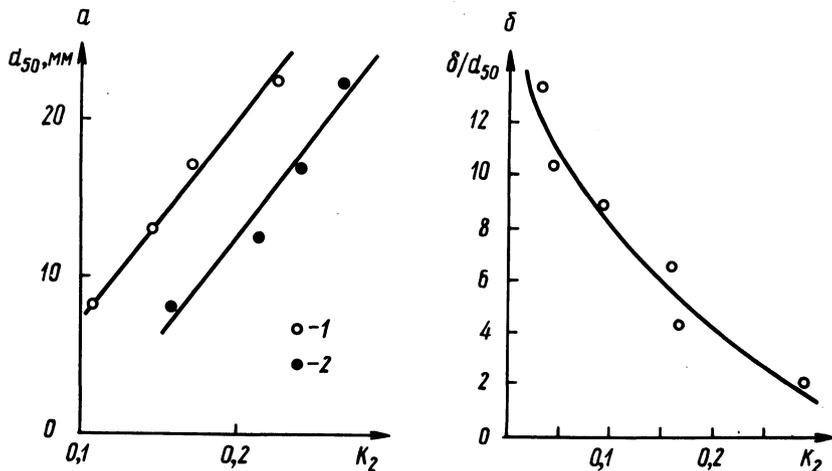


Рис. 2. Зависимости коэффициента гашения от диаметра фракций (а) и относительной толщины образца (б): 1 - гравий; 2 - пористый бетон.

Исследованные плиты из пористого бетона были изготовлены на заполнителе, имеющем крупность фракций 7 - 10, 10 - 15, 15 - 20, 20 - 25 мм. Результаты опытов по определению волногасящей способности пористого бетона представлены на рис. 2. Как видно, волногасящая способность пористого бетона зависит от крупности заполнителя: чем больше диаметр заполнителя, тем меньше степень волногашения. Сравнение волногасящих свойств гравия определенного диаметра и пористого бетона, изготовленного на гравии такого же диаметра (рис. 2), показывает, что пористый бетон лучше гасит энергию волн. Это можно объяснить уменьшением пор между зернами гравия в пористом бетоне.

Полученные зависимости дают возможность оценить волногасящую способность исследованных материалов при использо-

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