

**ПРИМЕНЕНИЕ ОГРАДИТЕЛЬНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ НЕПОЛНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ**

Оласюк А.Ю., Дичко О.В., Грек А.А., гр. ГС-432
Научный руководитель – Синица Р.В., ассистент
(кафедра Гидротехнического строительства, ОГАСА)

Аннотация. Статья посвящена вопросам физических экспериментальных исследований, связанных с определением параметров гашения волн при переливе их через верхнее строение оградительных гидротехнических сооружений (ОГТС) неполного вертикального профиля. Исследования были проведены в гидрологической лаборатории кафедры «Гидротехнического строительства» Одесской государственной академии строительства и архитектуры. В статье представлены результаты экспериментов, проводимых на моделях ОГТС неполного вертикального профиля. Модели были выполнены в геометрическом масштабе, которые подвергались волновым воздействиям аналогичным условиям природы участка побережья Одесского залива при соблюдении критериев подобия.

Актуальность. Оградительные гидротехнические сооружения (ОГТС) являются важной составной частью морских портов. В практике строительства ОГТС имеют место применяться сооружения неполного вертикального профиля (рис. 1). За счет снижения отметки верхнего строения которых допускается частичный перелив гребней волн, с дальнейшим изменением их основных параметров. Сооружения вертикального профиля в зависимости от своих размеров, могут подвергаться воздействию как стоячих, так и разбивающихся волн. Однако в нормативных документах, действующих в Украине [1], Российской Федерации [2], Республике Беларусь [3], Республике Казахстан [4], а также ведомственном своде правил РФ [5], отсутствуют практические рекомендации, позволяющие определять величину гашения волн сооружениями данного типа.

Применение оградительных сооружений неполного вертикального профиля, с целью защиты акваторий морских портов, а также элементов береговой инфраструктуры морских городов позволит повысить экономическую привлекательность за счет снижения финансовых затрат, благодаря уменьшению отметки надводного строения ОГТС.

Строительство новых конструкций оградительных гидротехнических сооружений требуют проведения тщательных

первоначальных экспериментальных исследований. Данные исследования зачастую проводятся на физических моделях в специализированных гидроволновых лабораториях, которые позволяют избавиться от рисков финансовых потерь при неверном выборе типов и элементов проектируемых сооружений. Проводимые исследования позволяют оценивать с высокой степенью точности в соответствии с масштабными условиями физику протекающих процессов на моделях, которые будут также наблюдаться и во время эксплуатации реального сооружения. Физику процесса гидродинамического воздействия на гидротехнические сооружения зачастую достаточно сложно описать лишь при помощи математической модели, что подтверждает высокую степень важности проведения физических экспериментов.

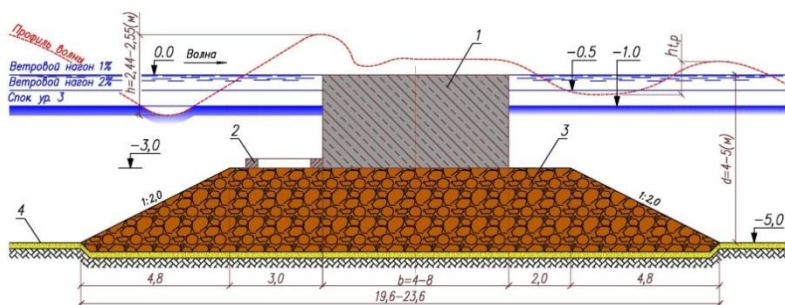


Рис. 1. Поперечный разрез конструкции ОГТС неполного вертикального профиля

- 1 – бетонный массив; 2 – берменный массив (щелевая плита);
3 – каменная постель

С целью определения параметров гашения волн конструкцией сооружения неполного вертикального профиля в гидроволновой лаборатории кафедры «Гидротехнического строительства» Одесской государственной академии строительства и архитектуры была создана физическая модель, выполненная в масштабе 1:15 (рис. 2), которая была подвержена воздействию расчетных волн. С целью измерения основных волновых параметров использовались датчики емкостного типа [6].

Влияние сил трения, капиллярности и упругости при образовании поверхностных гравитационных волн незначительно [7, 8] и поэтому в эксперименте нами не учитывались. Это позволило при проведении моделирования и взаимодействия гравитационных волн с конструкциями оградительных сооружений производить пересчет

полученных опытных результатов в натуру в соответствии с законом механического подобия и, в частности, по закону гравитационного подобия Фруда [9].

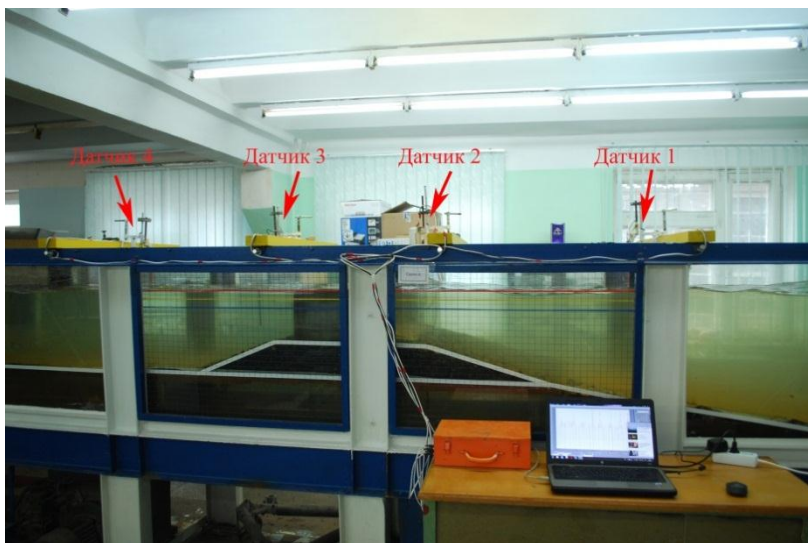


Рис. 2. Модель оградительного сооружения неполного вертикального профиля в волновом лотке

Многофакторность исследуемого вопроса предопределила необходимость применения математической теории планирования эксперимента [10].

С целью формирования информационной базы экспериментально-статистической модели оградительного сооружения неполного вертикального профиля, в связи с принципиальными различиями в методиках расчета воздействия стоячих и разбивающихся волн на модели, были спланированы различные серии экспериментов, проводимых на трех физических моделях оградительных сооружений неполного вертикального профиля. Исследуемые факторы, а также уровни их варьирования при воздействии разбивающихся волн, представлены в табл. 1.

В результате реализации эксперимента рассчитана с использованием типовой версии программы «Statistica» многофакторная модель изменения параметров гашения волн под влиянием исследуемых факторов (1):

$$h_r = 0,717 + 0,510 \cdot X_1 - 0,235 \cdot X_2 - 0,140 \cdot X_3 - 0,180 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,110 \cdot X_1 \cdot X_3 \quad (1)$$

Таблица 1

Факторы и уровни их варьирования

№	Исследуемые факторы	Уровни варьирования		
		кодированные	натуральные	
1	Высота исходной волны h (м)	X_1	-1	0,6
			0	1,8
			+1	3,0
2	Возвышение верхнего строения относительно спокойного уровня воды ΔH (м)	X_2	-1	0
			0	0,5
			+1	1,0
3	Ширина гребня сооружения b (м)	X_3	-1	4,0
			0	6,0
			+1	8,0

В дальнейших исследованиях будут изучаться параметры влияния высокой каменной постели на величину трансформации волн перед телом оградительного сооружения неполного вертикального профиля (бетонным массивом).

Выводы. В результате проведенных физических экспериментов были получены экспериментально-статистическая модель параметров гашения волн конструкцией оградительного сооружения неполного вертикального профиля;

- была установлена величина влияния всех исследуемых факторов на величину гашения волн конструкцией ОГТС неполного вертикального профиля;

- применение конструкций оградительных сооружений неполного вертикального профиля является перспективным и инвестиционно привлекательным, так как за счет снижения отметки верхнего строения позволит значительно сократить величину финансовых затрат.

Литература:

1. Строительные нормы и правила *СНиП 2.06.04 – 82** Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов): введен 1 января 1986 г. Госстрой СССР. Москва: 1986. 85 с.

2. Свод правил *СП 38.13330.2012* Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов): введен

01 января 2013 г. Министерство регионального развития Российской Федерации. Москва: 2012. 116 с.

3. Технический кодекс установившейся практики *ТКП 45-3.04 – 170 – 2009*. Гидротехнические сооружения, Правила определения нагрузок и воздействий (волновых, ледовых и от судов): введен 30 декабря 2009г. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. Минск: 2011. 77 с.

4. Строительные нормы и правила Республики Казахстан *СНУП РК 3.04-40-2006*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (Волновые, ледовые и от судов): введен 01 июня 2007 г. Министерство индустрии и торговли Республики Казахстан. Астана: 2006. 86 с.

5. Ведомственный свод правил *ВСНП 33 – 03 – 2007*. Инструкция по проектированию откосных и сквозных оградительных сооружений и специальных подводных стендов: введен 03 марта 2007 г. Научно-исследовательском Центре 26 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации. Москва, 2008. 95 с.

6. Столяров Л.С., Чернецкий А.В., Сеница Р.В. Определение параметров волн в лабораторных условиях при помощи современной измерительной аппаратуры. Вестник ОГАСА, вып. 73. Одесса, 2018.

7. Макаров В.А., Мензин А.Б. Моделирование океанологических процессов (гидравлическое и аналоговое). Учебное пособие. Ленинградский ордена Ленина политехнический институт имени М.И. Калинина, Ленинград, 1979.

8. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. Изд-во «Наука» Главная редакция физико-математической литературы, Москва, 1977.

9. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. Энергия, Москва, 1972. с. 300-301.

10. Любченко Е.А., Чуднова О.А. Планирование и организация эксперимента. Часть 1. Изд-во ТГЭУ, Владивосток, 2010.