

ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ВОЛНЫ НА  
ПЕРЕДНЮЮ ГРАНЬ ВОЛНОГАСИТЕЛЬНОГО СООРУЖЕНИЯ

Т.ГВЕЛЕСИАНИ

*На основании линейной теории о потенциальном волновом движении жидкости автором ранее была получена аналитическая зависимость, по которой может быть описан весь процесс взаимодействия волны с передней гранью гидротехнического и, в частности волногасительного сооружения, расположенного у водной поверхности на шельфовой зоне моря, или у берега водоема, укрепленного со дном тросами.*

*В соответствии с предлагаемой моделью возникает волна сложной формы вследствие импульсного воздействия источника (схематизирующего порыв сильного ветра). Взаимодействие волны с сооружением будет описываться динамической волновой нагрузкой, переменной по времени, в результате как наката волны на сооружение, так и отражения от него.*

**Ключевые слова:** импульсная волна, гидротехническое сооружение, волновая нагрузка, шельфовая зона, береговая часть водоема.

При детерминистическом и аналитическом подходах волновые нагрузки на гидротехнические сооружения обычно рассматриваются на основе моделирования волнового процесса в виде движения периодической прогрессивной волны с постоянной высотой, длиной и формой [1,2]. При импульсных, в частности штормовых воздействиях, используется другой подход для исследования волнового процесса [3].

При этом предполагается, что в граничном створе  $ab$  участка  $abcd$  морского шельфа (рисунок) волна генерируется в результате импульсного воздействия (сильного порыва ветра) в течение малого интервала времени  $0 < t \leq t_s$ . Требуется определить волновую нагрузку на переднюю грань волногасительного сооружения (в створе  $cd$ ), укрепленного со дном тросами.

Математическое моделирование рассматриваемого явления осуществляется на основе теории потенциального плоского волнового нестационарного движения жидкости. Общее решение указанной двумерной задачи получено автором в виде потенциала скорости  $\varphi(x,z,t)$  [3].

Динамическая нагрузка на сооружение,  $H/m^2$ , в створе  $x=l$  (рисунок) согласно указанному решению определяется в виде:

$$p_{din} = \rho \frac{\partial \varphi}{\partial t} - p_s = \rho \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \rho g z, \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность воды;  $g$  - ускорение свободного падения;  $p_s$  - гидростатическое давление,

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{1}{2} \dot{\varphi}_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\partial \varphi_n}{\partial t} \cos a_n l; \quad (2)$$

$$a_n = \frac{n\pi}{l}, \quad n = 1, 2, \dots; \quad l - \text{длина участка шельфа};$$

$$\dot{\varphi}_0 = -g \frac{2}{l} [W_m h - V(d_c - h)] t_s;$$

$$\frac{\partial \varphi_n}{\partial t} = -\frac{2}{l} [W_m I_n^{(1)} - V \cdot I_n^{(2)}] B_n(z) i_n';$$

$$i_n' = \sin \gamma_n \frac{t_s}{2} \cos \gamma_n \left(t - \frac{t_s}{2}\right), \quad \gamma_n = \sqrt{a_n g \tanh a_n h};$$

$$I_n^{(1)} = -\frac{1}{a_n} \operatorname{sha}_n h, \quad I_n^{(2)} = -\frac{1}{a_n} \operatorname{sha}_n (h - d_c);$$

$$B_n(z) = \frac{1}{\operatorname{cha}_n h} \left( \frac{\gamma_n}{a_n} \operatorname{sha}_n z + \frac{g}{\gamma_n} \operatorname{cha}_n z \right);$$

$W_m$  - расчетное значение параметра ветрового воздействия (скорости);  $v$  - скорость волнового потока под сооружением (в створе  $cd$ ) при  $-h \leq z \leq -d_c$  (рисунок);  $h$  - глубина водоема.

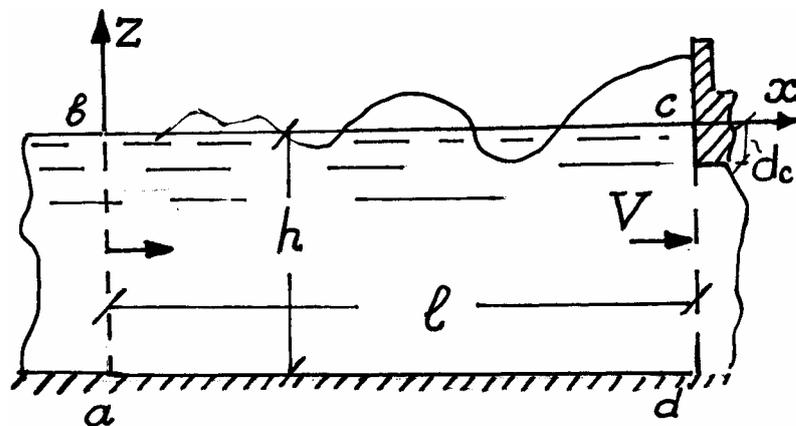


Рисунок. Расчетная схема взаимодействия импульсной ветровой волны с волногасительным сооружением в шельфовой зоне моря

На основании (2) суммарное горизонтальное динамическое давление на подводную часть передней грани преграды рассчитывается по следующей зависимости:

$$P_{\text{дин}} = \rho g z b_c d_c - \rho g b_c d_c \frac{1}{l} [W_m h - V(d_1 - h)] t_s -$$

$$- \rho \frac{2}{l} b_c \sum_{n=1}^{\infty} [W_m I_n^{(1)} - (-1)^n V I_n^{(2)}] \left( \frac{\gamma_n}{a_n} J_{1,n} + \frac{g}{\gamma_n} J_{2,n} \right) \frac{i_n'}{\operatorname{cha}_n h} \cos a_n l, \quad (3)$$

где

$$J_{1,n} = \int_{-d_c}^0 \text{sh} a_n z d_z = \frac{1}{a_n} (1 - \text{ch} a_n d_c); \quad J_{2,n} = \int_{-d_c}^0 \text{sh} a_n z d_z = \frac{1}{a_n} \text{sh} a_n d_c.$$

В более простом случае при предположении, что волна имеет вид периодической прогрессивной волны, формула для приближенного определения величины  $P_{\text{din}}$  значительно упрощается по сравнению с выражением (3) [3].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Морские гидротехнические сооружения на континентальном шельфе. Л.:Судостроение. 1989.
2. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) СНиП 2.06.04-82. М.ЦИТП Госстроя СССР. 1985.
3. Гвелесиани Т.Л. Теория генерации волн в приложении к задачам гидроэкологии. Тбилиси:Универсал. 2009.

**Теймураз ГВЕЛЕСИАНИ, доктор техн.наук, профессор,  
Грузинский НИИ энергетики и энергетических сооружений  
0171, Грузия, Тбилиси, ул. Костава,70  
Tel.: (+995 32) 341423; mob.: +995 77 734795  
E-mail: tamkida@mail.ru**