ГЕНЕРАЦИЯ ВНУТРЕННИХ ВОЛН "КОСЫМ" БАРОТРОПНЫМ ПРИЛИВОМ В РАЙОНЕ ОКЕАНИЧЕСКОГО ХРЕБТА

Довгая С.В.

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2

Изучение волновых движений в зонах протяженных неоднородностей рельефа дна представляет собой важную научную задачу [1]. В частности, исследованы волновые движения,возникающие при набегании баротропного прилива как по нормали к оси протяженной неоднородности рельефа дна [2,3], так и при набегании прилива под произвольным углом [4-7]. В настоящей работе в рамках линейной теории длинных волн в жидкости со скачком плотности изучаются внутренние волны, генерируемые "косым" баротропным приливом над протяженным хребтом. При этом глубина бассейна до хребта превосходит глубину бассейна за ним. Проводится сравнение полученных результатов со случаем, когда существуют критические углы набегания [4]: глубина за хребтом больше глубины до него.

Рассмотрим неограниченный в горизонтальных направлениях бассейн, заполненный двухслойной жикостью. Верхний слой имеет плотность ρ_1 и постоянную глубину h_1 , а нижний слой - плотность ρ_2 ($\rho_2 > \rho_1$) и переменную глубину. В областях I ($x < -l_1$) и III ($x > l_2$) глубина бассейна постоянна ($H_1 = h_1+h_2$, $H_3 = h_1+h_4$ соответственно), в области II ($-l_1 \le x \le l_2$) глубина переменная ($H_2 = h_1 + h_3(x)$).В первой области под углом α к оси x распространяется баротропная волна вида

$$\zeta=A_1 \exp [i (k_1x+ny-\sigma t)]. \qquad (1)$$

Определим характеристики волновых возмущений , вызываемых волной (1), в зависимости от направления ее распространения ($tg\,\alpha = n/k_1$) и геометрии дна бассейна.

Будем предполагать жидкость невязкой, а волновые возмущения малыми. Тогда, в рамках линейной теории длинных волн система уравнений, описывающих движение жидкости в области $x < -l_1$, принимает вид :

$$\frac{\partial u_1}{\partial t} - f v_1 = -g\frac{\partial \zeta_1}{\partial x},$$

$$\frac{\partial v_1}{\partial t} + f u_1 = -g\frac{\partial \zeta_1}{\partial y},$$

$$h_1\left(\frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{\partial v_1}{\partial y}\right) = \frac{\partial \zeta_2}{\partial t} - \frac{\partial \zeta_1}{\partial t},$$

$$\frac{\partial u_2}{\partial t} - f v_2 =$$

$$= -g\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\frac{\partial \zeta_1}{\partial x} + \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2}\frac{\partial \zeta_2}{\partial x}\right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial v_2}{\partial t} + f u_2 =$$

$$= -g\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\frac{\partial \zeta_1}{\partial y} + \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2}\frac{\partial \zeta_2}{\partial y}\right),$$

$$\frac{\partial(h_2 u_2)}{\partial x} + h_2\frac{\partial v_2}{\partial y} = -\frac{\partial \zeta_2}{\partial t}.$$

В областях I I и I I I система имеет такой же вид с заменой h_2 на h_3 и h_4 соответственно. Индекс 1 у u,v и ζ относится к верхнему слою, индекс 2 - к нижнему.

Так как набегающая волна периодическая с частотой σ и коэффициенты в системе уравнений (2) от t и y не зависят, то решение можно искать в виде (3) периодических функций t и пространственной координаты y:

$$\{\zeta_j, u_j, v_j\} = \{\bar{\zeta}_j, \bar{u}_j, \bar{v}_j\}(x) \times \times \exp[i(ny - \sigma t)] \quad (3)$$

Подставляя (3) в (2), получаем (здесь и далее у ζ_j, u_j, v_j (j=1,2) черта сверху опущена) такое уравнение для определения ζ_1 во II области

$$\frac{d^4\zeta_1}{dx^4} + A_3\frac{d^3\zeta_1}{dx^3} + A_2\frac{d^2\zeta_1}{dx^2} + + A_1\frac{dh_3}{dx}\frac{d\zeta_1}{dx} + A_0\zeta_1 = 0,$$

где A_0, A_1, A_2, A_3 - известные функции x.

Проведем исследование зависимостей амплитуд волн и волновых скоростей от угла набегания баротропного прилива и геометрии рельефа дна для следующих значений исходных параметров:

$H_1 = 3\cdot10^3$ м, $H_2 = 2\cdot10^3$ м,

T = 12 ч 25 мин, $h_1 = 8\cdot10^2$ м,

$l_1 = 6\cdot10^4$ м, $l_2 = 6\cdot10^4$ м, $\varepsilon = 10^{-3}$,

$\varphi = 30°$, $A_1 = 1$ м.

Здесь T - период набегающей волны, φ - широта места.

Анализ результатов численных расчетов показал, что амплитуды прошедших внутренних волн достигают наибольшего значения при нормальном набегании баротропного прилива. При этом внутренние волны в III обасти имеют большую амплитуду при больших глубинах H_3. Аналогич-

ные выводы получены и для амплитуд отраженных волн.

В районе неровности дна (область II) наибольшие амплитуды внутренних волн достигаются при нормальном набегании прилива и уменьшаются с увеличением модуля угла набегания. В этом районе существуют области значительных амплитуд внутренних волн и области, где амплитуды этих волн достаточно малы. Наибольшие возмущения границы раздела локализуются в центральном районе. При этом амплитуды внутренних волн достигают 4 м при амплитуде набегающего баротропного прилива 0.5 м. Наименьшие отклонения границы раздела от невозмущенного состояния (от 0.1м до 0.3 м) имеют место в районе правого склона хребта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волны в пограничных областях океана /Под ред. Ефимова В.В. - Л: Гидрометеоиздат.- 1984. - 280 с.

2. Baines P. G. The generation of internal tides by flatbump topography. - Deep-Sea Res., 1973, V.20, N2, p.179-206.

3. Sandstrom H. On topographic generation and coupling of internal waves. Geophys.Fluid. Dyn., 1976, V.7, N3 /4, p.271-297.

4. Show R.P. and New W. Long-wave trapping by ocean ridges. J.Phys.Oceanogr. October. 1981. V.11, N10, p.1334-1344.

5. Бабий М.В., Черкесов Л.В. Генерция внутренних волн баротропной волной в области океанического хребта. Докл.АН УССР.- Сер.А.- 1982.-4, N9.- с.49-52.

6. Довгая С.В., Черкесов Л.В. Рассеяние поверхностной волны на протяженной неровности дна бассейна/ В кн. "Волновые движения жидкости и смежные вопросы", г. Краснодар.- 1991 г.

7. Довгая С.В., Черкесов Л.В. Генерация внутренних волн баротропным приливом в районе океанического хребта// Мор. гидрофиз. журн. -1991.- N5.-с.3-9.