



Nghiên cứu áp lực của sóng nổ dưới nước lên chướng ngại có dạng hình elip tròn xoay

Đàm Trọng Thăng^{1,*}, Vũ Đình Lợi¹, Tô Đức Thọ¹

¹Học viện Kỹ thuật quân sự, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 20/7/2016

Chấp nhận 17/8/2016

Đăng online 30/8/2016

Từ khóa:

Áp suất

Chướng ngại

Nổ dưới nước

Hình elip tròn xoay

Nhiều xạ

TÓM TẮT

Để thiết kế được các dạng công trình hay chướng ngại vật chống được tác dụng của tải nổ, cũng như để tính toán kiểm tra điều kiện an toàn của các đối tượng dưới nước với sóng nổ lan truyền trong môi trường nước, cần phải nắm rõ qui luật của các thành phần sóng nổ xuất hiện và tác dụng lên bề mặt chướng ngại. Sóng nổ lan truyền trong nước hay còn gọi là sóng tới hoặc sóng sơ cấp khi gặp bề mặt chướng ngại sẽ xuất hiện hiện tượng nhiễu xạ sóng, sự nhiễu xạ này làm hình thành một sóng mới gọi là sóng nhiễu xạ. Quy luật phát triển sóng nhiễu xạ phụ thuộc hình dạng chướng ngại, độ bền vững và tính chất cố định của chướng ngại. Thông số đặc trưng cho cường độ sóng nổ gồm áp suất và thời gian tồn tại của áp suất, được phản ánh qua qui luật biến đổi áp suất theo thời gian. Sự tương tác của sóng nổ lên chướng ngại dưới nước bao gồm tác dụng tổng hợp của thành phần áp suất trong sóng tới và trong sóng nhiễu xạ. Trên cơ sở nghiên cứu phân tích lý thuyết nhiễu xạ sóng của B. V. Zamyshlyayev, bài báo sử dụng phương pháp số để khảo sát qui luật tác dụng của sóng nổ phẳng lan truyền trong môi trường nước tác dụng lên chướng ngại dạng elipxoit tròn xoay bất động và cứng tuyệt đối.

© 2016 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Đặt vấn đề

Nghiên cứu về nổ đối với các nhà khoa học trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng luôn là vấn đề khoa học phức tạp do độ khó được tích lũy từ nhiều ngành khoa học tự nhiên khác. Các nghiên cứu nổ dưới nước gần đây về cơ bản đã giải quyết được khá nhiều vấn đề quan trọng trên cơ sở phân tích lý thuyết và kết hợp với một số thử nghiệm thực tế. Tuy nhiên, do sóng nổ được coi là một dạng

tải trọng đặc biệt, có cường độ và tốc độ diễn ra rất nhanh, các tác động của sóng nổ lên đối tượng thường là phá hủy hoặc gây biến dạng lớn nên các bài toán phần nhiều là phi tuyến và khó giải. Một số bài toán nổ nếu không có các giả thiết đi kèm thì hầu như không thể giải được (B. V. Zamyshlyayev, et al., 1973). Bài toán tác dụng của sóng nổ lên chướng ngại trong môi trường xung quanh luôn là vấn đề gây cản trở cho tính toán, thiết kế liên quan đến nổ. Tác dụng của sóng nổ dưới nước lên chướng ngại có hình dạng nhất định nằm trong khu vực tác động của nó trước đây cũng

*Tác giả liên hệ.

E-mail: thangdam2162002@yahoo.com

đã được nhắc đến trong các mô hình toán học... Tuy nhiên, các bài toán đó gần như không thể giải nếu không có các điều kiện đi kèm. Với sự phát triển của máy tính trong những năm vừa qua, đặc biệt là các phần mềm tính toán đã giúp cho các bài toán phức tạp trước đây đã có lời giải hợp lý, nâng cao được hiệu quả tính toán, thiết kế nổ. Tải trọng nổ dưới nước thậm chí cũng đã được mô phỏng trên máy tính qua các phần mềm chuyên dụng (Tô Đức Thọ và Trịnh Trung Tiến, 2014).

Thế kỷ 21 là thế kỷ cả thế giới hướng tới khai thác tiềm năng của biển, nước ta lại là một bán đảo với 3200km bờ biển, vì vậy việc sử dụng năng lượng nổ dưới nước chinh phục lòng biển phục vụ các mục đích như xây dựng các công trình biển hay khai thác khoáng sản dưới đáy đại dương... luôn là một xu hướng tất yếu. Để có các giải pháp đảm bảo an toàn cho các công trình hay trang thiết bị dưới nước dưới tác dụng của sóng nổ, thì cần phải nghiên cứu, khảo sát và xác định áp suất tổng hợp trong sóng nổ bao gồm thành phần sóng tới, sóng phản xạ và sóng nhiễu xạ. Chính vì các lý do trên, mà việc xác định áp suất trong sóng nổ trong môi trường nước tác dụng lên các dạng chướng ngại khác nhau, trong đó có dạng elipxoit tròn xoay là một hướng có tính cấp thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Cơ sở lý thuyết áp lực sóng nổ dưới nước lên chướng ngại

2.1. Tác dụng sóng nổ dưới nước lên chướng ngại có hình dạng bất kỳ

Khảo sát sóng nổ phẳng lan truyền trong chất lỏng và tác dụng với chướng ngại có hình dạng bất kỳ như Hình 1. Sóng phẳng lan truyền theo phương z, áp lực và tốc độ hạt chất lỏng trong sóng tới cho trước dưới dạng, (B. V. Zamyshlyayev, et al., 1973) :

$$\left. \begin{aligned} p_{st}(z, t) &= P_m \cdot f\left(t - \frac{z}{a_0}\right) \cdot \sigma_0\left(t - \frac{z}{a_0}\right) \\ v_{st}(z, t) &= \frac{P_m}{a_0 \rho_0} \cdot f\left(t - \frac{z}{a_0}\right) \cdot \sigma_0\left(t - \frac{z}{a_0}\right) \end{aligned} \right\} (1)$$

trong đó: a_0 - tốc độ sóng truyền trong môi trường nước (chất lỏng);

ρ_0 - mật độ môi trường nước (chất lỏng);

P_m - áp suất trên mặt sóng xung kích;

$\sigma_0\left(t - \frac{z}{a_0}\right)$ - hàm sóng đơn vị được mô tả

như Hình 2.

Tải trọng tác dụng lên toàn bộ vật thể khi sóng bị nhiễu xạ sẽ là tổng của hai thành phần:

$$F(t) = F_{st}(t) + F_{nx}(t) \quad (2)$$

trong đó: $F_{st}(t)$ - tải trọng sóng tới;

$F_{nx}(t)$ - tải trọng gây ra do nhiễu xạ.

Các hàm trên được xác định theo các công thức sau:

$$F_{st}(t) = -\iint_S P_{st}(t) \cdot \cos \widehat{nz} dS = -P_m \iint_{S_1} f\left(t - \frac{z}{a_0}\right) \cdot \cos \widehat{nz} dS \quad (3)$$

S_1 là một phần bề mặt vật thể nằm trong vùng $z \leq a_0 t$.

$$F_{nx}(t) = -\iint_S P_{nx}(x, y, z, t) \cdot \cos \widehat{nz} dS = \rho_0 \iint_S \frac{d\varphi}{dt} \cdot \cos \widehat{nz} dS \quad (4)$$

P_{nx} - áp lực của thành phần sóng nhiễu xạ;

φ - thế tốc độ, thỏa mãn phương trình sóng (B. V. Zamyshlyayev, et al., 1973).

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = -\frac{1}{a_0^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \quad (5)$$

Các điều kiện biên:

- Trên bề mặt vật thể, tốc độ hạt chất lỏng theo phương pháp tuyến với bề mặt vật thể bằng 0.

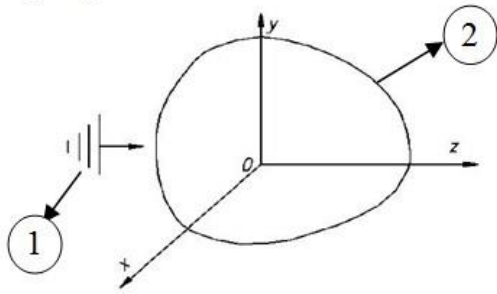
$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} + v_{st} \cdot \cos \widehat{nz} = 0 \quad (6)$$

Hay:

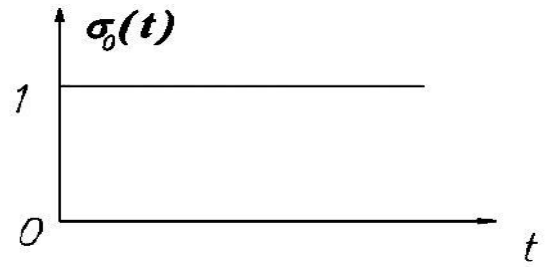
$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} = -\frac{P_m}{a_0 \rho_0} \cdot f\left(t - \frac{z}{a_0}\right) \cdot \sigma_0\left(t - \frac{z}{a_0}\right) \cdot \cos \widehat{nz} \quad (7)$$

- Phát xạ sóng ở vô cùng (xa vật thể):

$$\varphi \rightarrow 0 \text{ khi: } r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \rightarrow \infty \quad (8)$$



Hình 1. Sóng nổ dưới nước (1) tác dụng với chướng ngại có hình dạng bất kỳ (2)



Hình 2. Tải trọng đơn vị

2.2. Tác dụng của sóng nổ lên vật thể dạng hình elip tròn xoay

Giả thiết sóng lan truyền theo phương trục dài của vật thể, vật thể cứng và bất động trong môi trường nước, chiều sâu chướng ngại và nền đáy không ảnh hưởng đến sự phân bố áp suất lên chướng ngại.

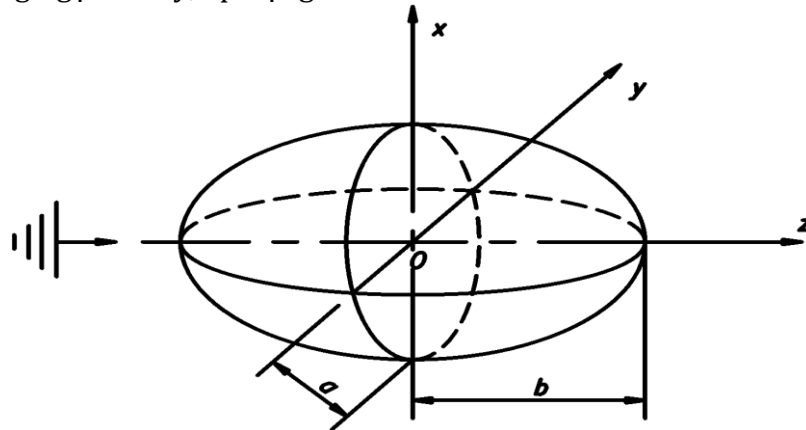
Từ phương trình các thành phần áp lực tác dụng lên chướng ngại bất kỳ, áp dụng cho

chướng ngại ta có áp lực tác dụng lên elip tròn xoay (B. V. Zamyshlyayev, et al., 1973).

- Thành phần do sóng tới:

$$F_{st}(\bar{t}) = \begin{cases} \pi a^2 (2\bar{t} - \bar{t}^2) & \text{khi } \bar{t} < 2 \\ 0 & \text{khi } \bar{t} \geq 2 \end{cases} \quad (9)$$

trong đó $\bar{t} = \frac{a_0 t}{b}$, b là bán trục lớn của elip tròn xoay theo hướng truyền sóng.



Hình 3. Sóng nổ dưới nước tác dụng với chướng ngại hình elip tròn xoay

- Thành phần do nhiễu xạ:

$$F_{nx}(\bar{t}) = \frac{\pi a^2}{\sqrt{K^2 - 1}} \begin{cases} A_1 \frac{1}{\bar{t}_*} - A_2 + B + C + D & \text{khi } \bar{t} < \bar{t}_* \\ -A_2 + A_3 + C - E & \text{khi } \bar{t}_* < \bar{t} < 2 \\ A_1 \frac{1 - \bar{t} + \bar{t}_*}{\bar{t}_*} + A_3 - E - M & \text{khi } 2 < \bar{t} < 2 + \bar{t}_* \\ 0 & \text{khi } \bar{t} > 2 + \bar{t}_* \end{cases} \quad (10)$$

Trong đó, đối với ellip tròn xoay (11)

Nếu ký hiệu $F_\sigma(t)$ là đặc trưng thủy động có được từ lời giải bài toán nhiễu xạ đối với sóng đơn vị $\sigma_o(t)$ thì đối với sóng tới tùy ý $P_T(t)$ đặc trưng thủy động trên (bây giờ ký hiệu là $F(t)$) sẽ được xác định theo tích phân Duamen

công thức Simpson). Điều này có nghĩa là khi biết được quy luật hàm sóng tác dụng lên chướng ngại, ta sẽ xác định được phân bố áp lực lên nó (B. V. Zamyslyayev, et al. 1973) (12)

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{t}_* &= \frac{a_0 t_*}{b} = \frac{4}{3} \sqrt{k^2 - 1} \frac{\mu}{C_1}; \quad k = \frac{b}{a}, \quad \mu = \frac{A}{2B} \\ C_1 &= \frac{k^2}{k^2 - 1} \arcsin \sqrt{\frac{k^2 - 1}{k}} - \sqrt{\frac{1}{k^2 - 1}} \\ A &= \frac{2k}{\sqrt{k^2 - 1}} \frac{1}{k^2 - 1} \left[\ln(\sqrt{k^2 - 1} + k) - \frac{\sqrt{k^2 - 1}}{k} \right] \\ B &= \frac{k^2}{k^2 - 1} \left[1 - \frac{1}{k\sqrt{k^2 - 1}} \ln(\sqrt{k^2 - 1} + k) \right] \\ A_1 &= \frac{k^2 \arcsin \frac{\sqrt{k^2 - 1}}{k}}{k^2 - 1}; \quad A_2 = \left[\frac{k^2 \arcsin \frac{\sqrt{k^2 - 1}}{k} (1 - \bar{t})}{k^2 - 1} \right] \frac{1 - \bar{t} + \bar{t}_*}{\bar{t}_*} \\ A_3 &= \left[\frac{k^2 \arcsin \frac{\sqrt{k^2 - 1}}{k} (1 - \bar{t} + \bar{t}_*)}{k^2 - 1} \right] \frac{1 - \bar{t} + \bar{t}_*}{\bar{t}_*}; \quad B = \left(A_1 - \frac{1}{\sqrt{k^2 - 1}} \right) \left(1 - \frac{\bar{t}}{\bar{t}_*} \right) \\ C &= \left[\frac{k^2}{k^2 - 1} - (1 - \bar{t})^2 \right]^{0.5} \cdot \left[(1 - \bar{t}) \left(1 - \frac{1 - \bar{t}}{3\bar{t}_*} \right) - \frac{4k^2}{3\bar{t}_*(k^2 - 1)} \right]; \quad D = \frac{3k^2 + 1}{3\bar{t}_*(k^2 - 1)^{3/2}} \\ E &= \left[\frac{k^2}{k^2 - 1} - (1 - \bar{t} + \bar{t}_*)^2 \right]^{0.5} \cdot \left[\frac{(1 - \bar{t} + \bar{t}_*)^2}{3\bar{t}_*} - \frac{4k^2}{3\bar{t}_*(k^2 - 1)} \right] \\ M &= \frac{1}{\bar{t}_* \sqrt{k^2 - 1}} \left[\frac{3k^2 + 1}{3(k^2 - 1)} + 2 - \bar{t} + \bar{t}_* \right] \end{aligned} \right. \quad (11)$$

$$F(t) = \int_0^t F_\sigma(t - \tau) dP_T(\tau) \quad (12)$$

3. Thử nghiệm số tính áp lực sóng nổ lên chướng ngại có dạng hình elip tròn xoay

3.1. Bài toán

Khảo sát bài toán với sóng tới đơn vị và sóng tới có quy luật tam giác thu được từ thí nghiệm thực hiện trong môi trường nước biển ở Trường Sa (Đề tài cấp nhà nước KC-09.06, 2013), (Vũ Đình Lợi và nnk, 2014).

$$(t) = p_{max} \left(1 - \frac{t}{\tau}\right) \text{ (kPa)}$$

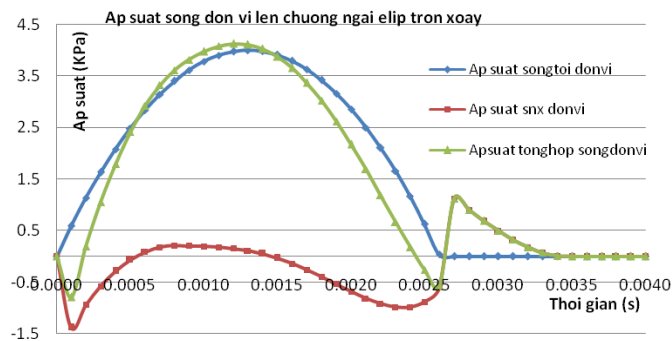
Số liệu đầu vào là:

- Tốc độ truyền sóng trong môi trường thí nghiệm $a_0 = 1535 \text{ m/s}$ thu được từ các thí nghiệm (Đề tài cấp nhà nước KC-09.06, 2013);
- Khoảng thời gian khảo sát $t = 0,003 \text{ s}$;
- Số điểm thời gian khảo sát: $n = 31$;
- Sóng tới dạng tam giác có $p_{max} = 1506 \text{ Kpa}$, $\tau = 0,0001\text{s}$;

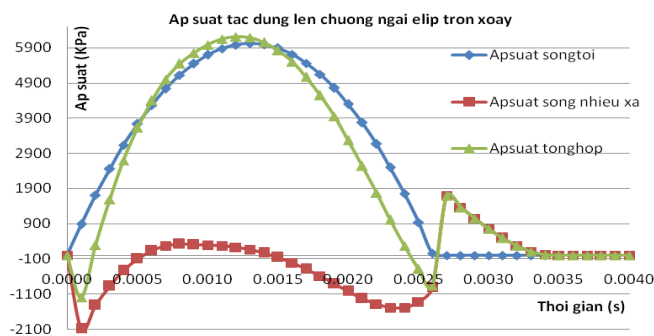
- Bán trục nhỏ elip tròn xoay $a = 1,128 \text{ m}$;
- Bán trục lớn elip tròn xoay $b = 2\text{m}$.

3.2. Kết quả

Sử dụng phần mềm VBA, thiết lập chương trình tính cho ba phương trình (2), (9), (10) với các cơ sở dữ liệu như trên, ta thu được các kết quả thể hiện trong các Hình 4, Hình 5, Hình 6 và Bảng 1, Bảng 2, Bảng 3.



Hình 4. Đồ thị phân bố áp suất đối với sóng đơn vị lên chướng ngại elip tròn xoay



Hình 5. Đồ thị phân bố áp suất đối với sóng quy luật tam giác lên chướng ngại elip tròn xoay

Bảng 1. Kết quả khảo sát đối với sóng tới đơn vị

| t (s) | P _{st} (KPa) | P _{nx} (KPa) | P (KPa) |
|--------|-----------------------|-----------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,0001 | 0,590 | -1,385 | -0,795 |
| 0,0002 | 1,133 | -0,941 | 0,192 |
| 0,0003 | 1,629 | -0,578 | 1,051 |
| 0,0004 | 2,078 | -0,289 | 1,788 |
| 0,0005 | 2,479 | -0,069 | 2,410 |
| 0,0006 | 2,834 | 0,086 | 2,920 |
| 0,0007 | 3,141 | 0,179 | 3,320 |

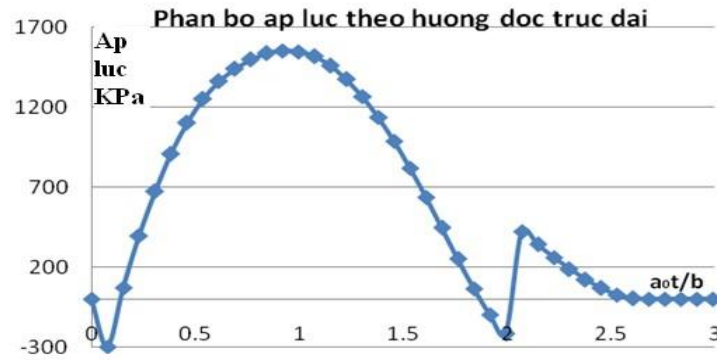
Bảng 2. Kết quả khảo sát đối với sóng tới quy luật tam giác

| t (s) | P _{st} (KPa) | P _{nx} (KPa) | P (KPa) |
|--------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,0001 | 888,60 | -2086,56 | -1197,96 |
| 0,0002 | 1706,28 | -1417,28 | 289,00 |
| 0,0003 | 2453,04 | -870,70 | 1582,34 |
| 0,0004 | 3128,87 | -435,52 | 2693,35 |
| 0,0005 | 3733,79 | -104,14 | 3629,65 |
| 0,0006 | 4267,78 | 129,18 | 4396,96 |
| 0,0007 | 4730,85 | 269,17 | 5000,02 |

| | | | | | | | |
|--------|-------|--------|--------|--------|---------|----------|---------|
| 0,0008 | 3,402 | 0,213 | 3,614 | 0,0008 | 5123,00 | 320,12 | 5443,11 |
| 0,0009 | 3,615 | 0,202 | 3,817 | 0,0009 | 5444,23 | 303,64 | 5747,87 |
| 0,0010 | 3,781 | 0,192 | 3,973 | 0,0010 | 5694,53 | 289,25 | 5983,78 |
| 0,0011 | 3,900 | 0,178 | 4,079 | 0,0011 | 5873,91 | 268,43 | 6142,34 |
| 0,0012 | 3,972 | 0,152 | 4,125 | 0,0012 | 5982,38 | 229,40 | 6211,78 |
| 0,0013 | 3,997 | 0,109 | 4,107 | 0,0013 | 6019,92 | 164,80 | 6184,72 |
| 0,0014 | 3,975 | 0,047 | 4,022 | 0,0014 | 5986,53 | 70,53 | 6057,06 |
| 0,0015 | 3,906 | -0,036 | 3,869 | 0,0015 | 5882,23 | -54,81 | 5827,43 |
| 0,0016 | 3,790 | -0,140 | 3,650 | 0,0016 | 5707,01 | -210,13 | 5496,87 |
| 0,0017 | 3,626 | -0,260 | 3,366 | 0,0017 | 5460,86 | -392,04 | 5068,82 |
| 0,0018 | 3,416 | -0,395 | 3,021 | 0,0018 | 5143,79 | -594,64 | 4549,15 |
| 0,0019 | 3,158 | -0,537 | 2,620 | 0,0019 | 4755,80 | -809,39 | 3946,41 |
| 0,0020 | 3 | -0,680 | 2,173 | 0,0020 | 4296,89 | -1024,57 | 3272,32 |
| 0,0021 | 3 | -0,813 | 1,688 | 0,0021 | 3767,05 | -1224,61 | 2542,45 |
| 0,0022 | 2 | -0,922 | 1,180 | 0,0022 | 3166,30 | -1388,85 | 1777,45 |
| 0,0023 | 2 | -0,989 | 0,667 | 0,0023 | 2494,62 | -1489,49 | 1005,13 |
| 0,0024 | 1 | -0,988 | 0,175 | 0,0024 | 1752,02 | -1487,95 | 264,07 |
| 0,0025 | 1 | -0,881 | -0,258 | 0,0025 | 938,50 | -1327,52 | -389,02 |
| 0,0026 | 0 | -0,609 | -0,573 | 0,0026 | 54,06 | -916,93 | -862,88 |
| 0,0027 | 0 | 1,122 | 1,122 | 0,0027 | 0 | 1690,12 | 1690,12 |
| 0,0028 | 0 | 0,901 | 0,901 | 0,0028 | 0 | 1356,27 | 1356,27 |
| 0,0029 | 0 | 0,690 | 0,690 | 0,0029 | 0 | 1039,74 | 1039,74 |
| 0,0030 | 0 | 0 | 0 | 0,0030 | 0 | 747,03 | 747,03 |
| 0,0031 | 0 | 0,323 | 0,323 | 0,0031 | 0 | 486,24 | 486,24 |
| 0,0032 | 0 | 0,178 | 0,178 | 0,0032 | 0 | 267,48 | 267,48 |
| 0,0033 | 0 | 0,069 | 0,069 | 0,0033 | 0 | 103,68 | 103,68 |
| 0,0034 | 0 | 0,008 | 0,008 | 0,0034 | 0 | 11,88 | 11,88 |
| 0,0035 | 0 | 0 | 0 | 0,0035 | 0 | 0 | 0 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 0,0040 | 0 | 0 | 0 | 0,0040 | 0 | 0 | 0 |

Bảng 3. Phân bố áp lực theo vị trí truyền sóng lên elip tròn xoay

| | | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| P (KPa) | 0 | -299,69 | 72,298 | 395,85 | 673,79 | 908,02 | 1099,98 | 1250,85 | 1361,69 | 1437,93 |
| aot/b | 0 | 0,0768 | 0,1535 | 0,2303 | 0,307 | 0,3838 | 0,4605 | 0,53725 | 0,614 | 0,69075 |
| P (KPa) | 1496,95 | 1536,6 | 1554 | 1547,2 | 1515,3 | 1457,8 | 1375,14 | 1268,06 | 1138,05 | 987,268 |
| aot/b | 0,7675 | 0,8443 | 0,921 | 0,9978 | 1,0745 | 1,1513 | 1,228 | 1,30475 | 1,3815 | 1,45825 |
| P (KPa) | 818,631 | 636,04 | 444,66 | 251,45 | 66,063 | -97,32 | -215,86 | 422,814 | 339,295 | 260,109 |
| aot/b | 1,535 | 1,6118 | 1,6885 | 1,7653 | 1,842 | 1,9188 | 1,9955 | 2,07225 | 2,149 | 2,22575 |
| P (KPa) | 186,883 | 121,64 | 66,915 | 25,938 | 2,971 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 |
| aot/b | 2,3025 | 2,3793 | 2,456 | 2,5328 | 2,6095 | 2,6863 | 2,763 | 2,83975 | ... | 3,07 |



Hình 6. Phân bố áp lực lên bề mặt chướng ngại hình elip tròn xoay

Từ Bảng 1, Bảng 2 và Hình 4, Hình 5, ta thấy rằng biểu đồ áp suất tổng hợp bằng tổng của áp suất sóng nhiễu xạ và sóng tới. Khi sóng tới vừa qua khỏi chướng ngại elip tròn xoay thì nó sẽ bằng không. Lúc này, áp suất lên chướng ngại chỉ là ảnh hưởng của sóng nhiễu xạ, có nghĩa là áp suất tổng chính bằng áp suất nhiễu xạ. Điều này hoàn toàn đúng trong thực tiễn và các tính toán theo chương trình. Từ kết quả tính toán bằng thử nghiệm số, ta cũng xác định được sự phân bố áp lực theo vị trí truyền sóng của sóng xung kích đối với chướng ngại elip tròn xoay.

Với số liệu tính toán ở trên, khi sóng truyền được khoảng 0,0012 giây, tương ứng với vị trí 1,842 m tính từ khi mặt sóng tác dụng thì áp lực đạt giá trị cực đại (vị trí gần đến mặt phẳng tọa độ (xOy)). Điều này có được là do kết hợp tác động cùng chiều từ sóng tới và nhiễu xạ. Qua vị trí này, áp lực giảm dần và qua khỏi vật thể áp lực bị triệt tiêu. Điều này hoàn toàn phù hợp với thực tiễn và các kết quả tính toán.

4. Kết luận

Giải bài toán tác dụng của sóng nổ dưới nước với chướng ngại có dạng hình elip tròn xoay giúp cho việc xác định bản chất cơ học của tác dụng và độ lớn của các hợp lực sóng nổ lên chướng ngại dạng này được rõ ràng hơn. Các nhà thiết kế về nổ hoặc xây dựng công trình có thể căn cứ vào bài toán cụ thể để xác định điều kiện phá hủy cho bài toán nổ, điều kiện an toàn cho các công trình xây dựng. Hơn nữa, căn cứ vào nghiên cứu này có thể giảm

thiểu được việc phải tiến hành thí nghiệm nổ thực tế để xác định khả năng tác dụng giữa lượng nổ và kết cấu, giúp tiết kiệm được chi phí và đảm bảo an toàn về người và phương tiện khi thực hiện nổ thực tế.

Ngoài ra, với một vấn đề nghiên cứu về nổ việc kết hợp các yếu tố: Nghiên cứu lý thuyết, nghiên cứu dựa trên các phần mềm mô phỏng chuyên dụng và kết hợp nổ thử nghiệm trong điều kiện cho phép thì vấn đề nghiên cứu nổ đó được giải quyết đầy đủ, trọn vẹn, chính xác và phản ánh được các tồn tại trong vấn đề nghiên cứu đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Tô Đức Thọ và Trịnh Trung Tiến (2014). Mô phỏng tải trọng nổ trong môi trường nước. *Tuyển tập công trình Hội nghị Cơ học kỹ thuật toàn quốc, Tập 2: Cơ học vật rắn biến dạng*, Hà Nội.
- Vũ Đình Lợi (2013). Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng các công trình trên quần đảo Trường Sa. *Đề tài cấp nhà nước KC-09.06*, Tr.11-15.
- Vũ Đình Lợi, Tô Đức Thọ, Lê Anh Tuấn, Phạm Công Nghị (2014). Một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm nổ trong vùng nước nông tại khu vực Trường Sa. *Tuyển tập công trình Hội nghị Cơ học kỹ thuật toàn quốc, Tập 2: Cơ học vật rắn biến dạng*, Hà Nội.
- Zamyshlyayev, B. V., and Yakovlev, Yu. S. (1973). *Dynamic loads in underwater explosion*. PN, New York.

ABSTRACT

Research on pressure of underwater explosion on ellipsoid-shaped obstacles

Thang Trong Dam¹, Loi Dinh Vu¹, Tho Duc To¹
Military Technical Academy, Vietnam

To design structures or constructions, resistant to explosive loads as well as ability to calculate and check the safety conditions of underwater objects under underwater shock wave, should be stated clearly rules and components of blast wave appearing and acting on the surface obstacles. Blast waves, spreading in underwater and known as incidence waves or primary waves, have an impact on the obstacles, which lead to appear wave diffraction phenomenon and creating a new wave called wave diffraction. The law of development wave diffraction depends on obstacle shape, sustainable, and immobile of obstacles. Characteristic parameters of blast waves include: pressure and duration of the pressure are shown by the rules change pressure by time. Pressures on obstacles include the incident wave and the wave diffraction components. Based on analysis theory of wave diffraction of B. V. Zamyshlyayev, the paper uses a numerical method to examine laws of the flat blast wave in underwater on an absolutely rigid, immobile ellipsoid-shaped obstacle.