

ზღვის შეღვზე განლაგებულ მცირე გარსშემოდენილ ნაგებობაზე პროგრესულ ტალღისგან განვითარებული დატვირთვის პროგნოზის განსაზღვრის მქსრამს-მეთოდობა

თ.გველესიანი

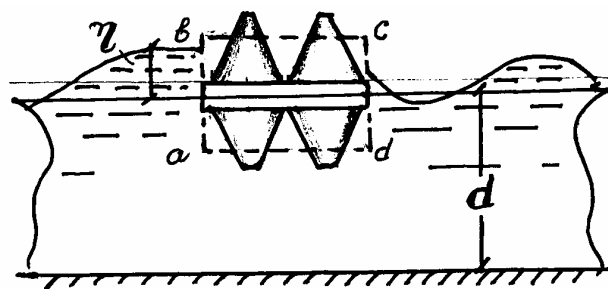
დამუშავებულია გარსშემოდენილ ნაგებობაზე (ზღუდარზე) ჰიდროდინამიკური (ტალღური) დატვირთვის განსაზღვრის სწრაფი მეთოდობა. ზღუდარი ხასიათდება განივი კვეთის სწორკუთხა ფორმით შედარებით მცირე ზომებით. ნაგებობა წარმოდგენილია როგორც წყალსატევის (ზღვის შეღფური ზონის) ფსკერთან დამაგრებული.

ავტორის მიერ აღრე მიღებული მაპროქსიმირებელი ფორმულების საშუალებით სრულდება როგორც ტალღის ფარდობითი სიგრძის, ასევე სითხის ნაწილაკების სიჩქარისა და აჩქარების სწრაფი პროგნოზი ნაგებობის გასწორში, რის შედეგადაც განისაზღვრება ინერციული და სიჩქარითი ტალღური დატვირთვები, აგრეთვე დატვირთვის მაქსიმალური მნიშვნელობა.

შედეგები, რომლებიც მიღებულია როგორც ზემომოყვანილი გაანგარიშების საფუძველზე, ასევე მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების შესაბამისად, გვიჩვენებს მათ კარგ თანხვედრას.

საკვანძო სიტყვები: პროგრესული ტალღა, ზღვის შეღფი, ტალღის ჩამქრობი ნაგებობა, დინამიკური დატვირთვა, აჩქარება, წინაღობის კოეფიციენტი.

სხვადასხვა გამოკვლევის საფუძველზე დადგენილია, რომ ტალღური დატვირთვა გარსშემოდენილ (ზღვის შეღფში განლაგებულ და ფსკერთან დამაგრებულ) ზღუდარზე (ნახ.1) შედგება ორი კომპონენტისაგან: პირველი პროპორციულია აჩქარების (მას ინერციული დატვირთვა ეწოდება), მეორე - დამყარებული მოძრაობის სიჩქარის (მას სიჩქარითი დატვირთვა ეწოდება). მათი მნიშვნელობები და მათ შორის თანაფარდობა დამოკიდებულია Dc/λ ფარდობაზე (სადაც Dc ზღუდარის განივკვეთის მახასიათებელი ზომაა, ხოლო λ - ტალღის სიგრძე) [1-3].



ნახ. 1. ზღვის შეღფში განლაგებული გარსდენილი ნაგებობა (ზღუდარი);
abcd - ნაგებობის საანგარიშო სქემა

ტალღური დატვირთვის გაანგარიშების ერთ-ერთ ძირითად საშუალებას წარმოადგენს ჰიდროდინამიკური მეთოდი [1]. საინჟინრო პრაქტიკაში ამ მეთოდის მიხედვით, ძირითადად, მიიღება, რომ წყლის ზედაპირზე წარმოქმნილ ტალღას პერიოდული ე.წ. პროგრესული ტალღის სახე აქვს (რომლის ფორმა და ზომები არ იცვლება) [5]. ამ ტალღის მახასიათებე-

ლი პარამეტრებია: T , σ და H (პერიოდი, სიხშირე და სიმაღლე) [3, 4].

იმ შემთხვევაში, როდესაც $Dc/\lambda \leq 0,3$, ზღუდარი მიეკუთვნება მცირე ნაგებობების რიცხვს [1]. ამ ნაგებობაზე პროგრესული ტალღის ზემოქმედებით გამოწვეული ჯამური ჰორიზონტალური (x -ღერძის მიმართულებით) მაქსიმალური დატვირთვა განისაზღვრება შემდეგნაირად [1,5].

$$P_x = \rho(\delta_i C_i \Omega_{ab} \dot{V}_x h_c + \delta_D \frac{C_D}{2} V_x^2 \Omega), \quad (1)$$

სადაც ρ არის სითხის სიმკვრივე; V_x და $\dot{V}_x$ - სითხის ნაწილაკის სიჩქარე და აჩქარება; Ω_{ab} - ზღუდარის განიკვეთის ფართობი (სწორკუთხა ფორმის დროს $\Omega_{ab} = a \cdot b$, სადაც a და b ზღუდარის სიგანე და სიგრძეა); Ω - ზღუდარის იმ განიკვეთის ფართობი, რომელიც ტალღური ნაკადის მართობულია $\Omega_{ab} = b \cdot h_c$ (სადაც h_c ზღუდარის სიმაღლეა); δ_i და δ_D - კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებენ იმ ფაქტორს, რომ ინერციული და სიჩქარითი კომპონენტები მაქსიმალურ მნიშვნელობებს აღწევენ სხვადასხვა დროის მომენტში ($\pi/2$ ფაზის სხვაობით); მათი შეფასება გრაფიკული მეთოდის გამოყენების შედეგად შესაძლებელია ასე: $\delta_i = 0,7$ და $\delta_D = 0,5$; C_D და C_i - ემპირიული კოეფიციენტები.

C_D კოეფიციენტს ეწოდება წინაღობის კოეფიციენტი, რომელიც ზოგადად დამოკიდებულია რეინოლდსის რიცხვზე [3]. სწორკუთხა ფორმის განიკვეთის მქონე ზღუდარის შემთხვევაში ექსპერიმენტების მონაცემების მიხედვით [1,6] ის აიღება $C_D = 1,6$.

C_i კოეფიციენტის სიდიდე შეიძლება შეფასდეს ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავების შედეგად [1,3] ჩვენს მიერ მიღებული დამოკიდებულების საშუალებით

$$C_i = 2,5 - 0,084(6 - N_{KC}), \quad \text{როდესაც } 0 \leq N_{KC} \leq 6, \quad (2)$$

სადაც $N_{KC} = V_x(T/D_c)$; V_x - სითხის ნაწილაკის საანგარიშო ჰორიზონტალური სიჩქარე.

აქ შემოთავაზებული ტალღური დატვირთვის გაანგარიშების ოპერატიული მეთოდის თანახმად, ჯერ განისაზღვრება ზღუდარზე მოქმედი ტალღური ნაკადის საშუალო სიჩქარე V_x ჩვენს მიერ მიღებული აპროქსიმაციული ფორმულების ან ზუსტი საანგარიშო ფორმულების მიხედვით აგებული გრაფიკის საშუალებით [5], (ნახ.2). აჩქარების სიდიდის შეფასება შესაძლებელია შემდეგი მიახლოებითი ფორმულით

$$\dot{V}_x = \frac{V_x}{\Delta t} = \frac{4V_x}{0,6T}, \quad \left(\Delta t = 0,6 \frac{T}{4} \right). \quad (3)$$

ნახ. 2-ზე წარმოდგენილია $V_x^* = V_x \frac{T}{D_w} = f(kh)$ ფუნქციის გრაფიკები, სადაც $kh = (2\pi/\lambda)h = 2\pi/\lambda^*$, h არის წყალსატევის სიღრმე; $\lambda^* = \lambda/h$ ტალღის ფარდობითი სიგრძე. kh

და D_w პარამეტრების განსაზღვრა წარმოებს ჩვენი აპროქსიმაციული ფორმულების საშუალებით [5], კერძოდ

$$kh = 0,86 \frac{\sigma^2 h}{g} + 0,34, \text{ როდესაც } 0,35 < \frac{\sigma^2 h}{g} \leq 3,0, \quad (4)$$

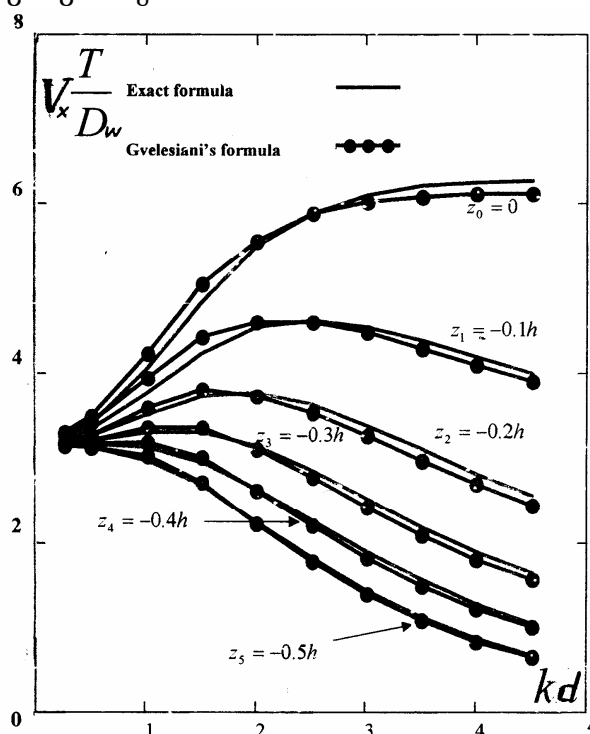
სადაც $\sigma = \frac{2\pi}{T}$; g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

$$D_w = \left(\frac{1}{[H/D_w]_F} \right) \cdot H, \quad (5)$$

სადაც

$$\left[\frac{H}{D_w} \right]_F = 1,27 + 0,72ht(kh - 1,3), \text{ როდესაც } 1,3 \leq kh \leq 4,0.$$

ამგვარად, განსაზღვრულია ყველა პარამეტრი, რომლებიც აუცილებელია (1) ფორმულით ტალღური დატვირთვის გაანგარიშების მიზნით.



ნახ. 2. სითხის ნაწილაკის ფარდობითი მაქსიმალური ჰორიზონტალური სიჩქარის $V_x T / D$ დამოკიდებულება kd სიდიდეზე (აქ d - წყალსატევის სიღრმე)

მაგალითი. განვსაზღვროთ პროგრესული ტალღით გამოწვეული მაქსიმალური დატვირთვა $abcd$ სწორკუთხა კვეთის ნაგებობაზე (ნახ.1), რომელიც ტივტივებს წყლის ზედაპირზე და დამაგრებულია ტროსებით ზღვის ფსკერზე $h=30$ მ სიღრმეზე. ნაგებობის ზომებია: $b=6,5$ მ, $a=3,5$ მ, $h_c=3,5$ მ. ტალღის პარამეტრების მნიშვნელობები: $H=6,0$ მ; $T=6,2$ წმ და წყლის სიმკვრივე $\rho=1000$ კგ/მ³.

ჯერ განისაზღვრება $\sigma = \frac{2\pi}{T} \approx 1$ (1/წმ) და $\frac{\sigma^2 h}{g} = 3,0$, ხოლო (4) ფორმულით მიიღება

$kh=3,0$. შემდეგ (6) და (5) ფორმულებით გამოითვლება $\left[\frac{H}{D_w} \right]_F = 1,94$ და $D_w=3,1$ მ.

ნახ.2-ის საშუალებით დავადგენთ, რომ როდესაც $z=0$ და $-1,75$ მ, მაშინ შესაბამისი სიჩქარეები $(V_x)_z=3,1$ და $2,45$ მ/წმ. ექსტრაპოლაციის გზით მონახება, რომ როდესაც $z=hc/2=3,5/2=1,75$, მაშინ $(V_x)_z=1,25(V_x)_z=0=1,25 \cdot 3,1=3,9$ მ/წმ. აქედან საშუალო (საანგარიშო) სიჩქარე განისაზღვრება როგორც $V_x=3,2$ მ/წმ. ვინაიდან $\Delta t=0,6(T/4)=0,9$ წმ, ამიტომ $\dot{V}_x = 3,2/0,9 = 3,6$ მ/წმ². პარამეტრი $N_{KC}=V_x(T/b)=3,2$ და (2) ფორმულით მიიღება $C_i=2,23$. ზემოაღნიშნულის მიხედვით ვიღებთ $C_D=1,6$.

ნაგებობის მახასიათებელი განივკვეთების ფართობები შეადგენენ:

$$\Omega_{ab} = a \cdot b = 3,5 \cdot 6,5 = 22,8 \text{ მ}^2; \quad \Omega = b \cdot h_c = 6,5 \cdot 3,5 = 22,8 \text{ მ}^2.$$

საბოლოოდ, (1) ფორმულით განისაზღვრება

$$P_x = 0,71 \cdot 640,6 + 0,5 \cdot 186,8 = 454,9 + 93,4 = 548,3 \text{ kg} \cdot \text{N}.$$

ნორმების [7] მიხედვით, მივიღებთ $P_x=531,6 \text{ kg} \cdot \text{N}$, რაც უმნიშვნელოდ განსხვავდება ზემოთ მიღებული შედეგისგან.

ანალოგიურად შეიძლება განისაზღვროს ტალღური დატვირთვის ვერტიკალური მდგენელი (P_z).

ლიტერატურა

1. Морские гидротехнические сооружения. Л.:Судостроение. 1989.
2. Доусон Т. Проектирование сооружений морского шельфа. Л.:Судостроение. 1986.
3. Dean R.G., Dalrymple R.A. Water wave mechanics for engineers and scientists. Ocean Engineering. V.2. World Scientific. Singapore. London. Hong Kong. 1991.
4. Динамика океана. Санкт-Петербург:Гидрометеиздат. 1992.
5. Гвелесиანი Т. Теория генерации волн в приложении к задачам гидроэкологии/Под ред. акад. Ц.Е.Мирцхулава. Тбилиси:Универсал. 2009.
6. Лапло Д.Д. Вопросы теории и практики расчета волн на воде и их взаимодействия с преградами. М.:Наука. 1985.
7. 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.

Teimuraz GVELESIANI, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Georgian Research Institute of Power Engineering and Power Structures,
0171, Georgia, str. Kostava, 70
Tel.: (+995 32) 341423; mob.: +995 77 73 47 95
E-mail: tamkida@mail.ru