

Svayların üfüqi təsirlərə hesablanması

M.Ə. Nасиев, t.e.d.¹, İ.Q. Hüseyinov, t.e.n.²

¹Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

²"Neftqazelmitədqıqatlayıhə" İnstitutu

e-mail: Ismayil.Huseynov@socar.az

Açar sözlər: bünövra, struktur quruluşu, hidrotexniki qurğular, qrant, gərginlik-deformasiya vəziyyəti, yüksək, svay.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-6-7-51-53

Расчет свай на горизонтальные нагрузки

М.А. Гаджиев, д.т.н.¹, И.Г. Гусейнов, к.т.н.²

¹Азербайджанский университет архитектуры и строительства,

²НИПИнефтегаз

Ключевые слова: фундамент, конструкция, гидросооружения, грунт, напряженно-деформированное состояние, нагрузки, свая.

Исследован расчет свай на горизонтальную нагрузку. С применением способа конечных разностей построена разрешающая система алгебраических уравнений для определения прогибов свай в общем случае изменения коэффициента жесткости основания и изгибной жесткости сваи. По результатам решения данной системы приведены формулы для определения параметров напряженно-деформированного состояния сваи, а также контактного напряжения между сваей и грунтом. Построенная общая методика расчета позволяет изучить влияние коэффициента гибкости сваи на деформацию сваи, находящейся под напряжением.

The calculation of pile on the horizontal loads

M.A. Hajiyev, Dr. in Tech. Sc.¹, I.G. Huseynov, Cand. in Tech. Sc.²

¹Azerbaijan University of Architecture and Construction,

²"Oil-Gas Scientific Research Design" Institute

Keywords: basement, structure, hydraulic facilities, subsoil, stressed-deformed state, loads, pile.

The paper studies the calculation of piles on the horizontal load.

With the application of the method of finite difference, a resolving system of algebraic equation for the specification of pile bend in a general case of changing of rigidity rate of the basement and bending stiffness of the pile was developed. According to the results of solution of this system, the formula for the specification of parameters of stressed-deformed state of the pile, as well as the contact tension between the pile and subsoil are provided. Developed general technique of the calculation allows studying the effect of the elasticity coefficient of the pile on its deformation being under stress.

Dəniz qurğularının bünövrələri svay şəklində konstruksiya edilir. Xarici yük təsirindən svayların gərginlik-deformasiya vəziyyətinin öyrənilməsi və qiymətləndirilməsi bu özüllərin konstruksiyalarının etibarlığını təmin edir. Dərin dəniz neft-qaz yataqlarının işlənməsində istifadə edilən dəniz stasionar platformlarının dayaq bloklarının konstruksiyalarının hesablanmasında, qurğunun alt hissəsinə təşkil edən və dənizdibi ilə temasda olan svaylarda üfüqi istiqamətdə təsir nəticəsində əmələ gələn reaksiyaların qiymətləndirilməsi, müəyyən elmi və təcrübə maraqlı kəsb edir.

Qrant əsasla temasda olan svayların deformasiyalarının artması qurğunun yüksəltürmə qabiliyyətinin azalmasına gətirib çıxarır. Bəzi hallarda bu azalma 50 %-ə çatır. Yükün şaquli qüvvə komponentinin olması bu prosesi daha da artırır və "dayaq bloku – svay – qrant" sisteminin gərginlik-deformasiya vəziyyətində əlavə dəyişikliklərə səbəb olur. Svaylara təsir edən yüksəkliklərdən biri də üfüqi yüksəklərdir.

Bu məqalədə qrantla temasda olan svaya təsir edən üfüqi yüksəklərin hesablanması üçün istifadə olunan nəzəri hesablama metodu işlənmiş və elmi-praktiki tədqiqatların nəticələri təqdim olunmuşdur.

Məsələnin qoyuluşu və həlli

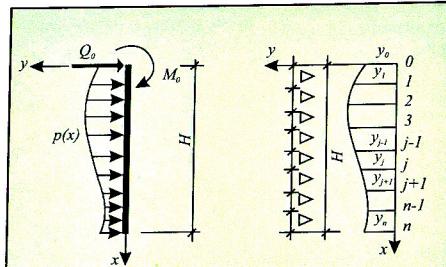
Hesab edilir ki, svayın qrantdan üstdə olan hissəsinin hesablanması öyrənilmişdir. Ona görə də üst hissədən qrantda qalan hissəyə təsirlər başlangıç qüvvə Q_0 və moment M_0 ilə xarakterizə olunur (şəkil). Qrant dəyişən $k(x)=k_0 \cdot \beta(\eta)$ sərtlilikli Fuss-Vinkler modeli ilə modelləşdirilir. Bu zaman qrantla temasda

olan svayın əyilmədə sərtliyi $EJ(x)=EJ_0 \cdot \alpha(\eta)$ kimi dəyişdiyi halda svayın əyilmə vəziyyəti üçün diferensial tənliyi aşağıdakı kimi yazılır [1-4]

$$\alpha(\eta) \cdot y^IV(\eta) + 2 \cdot \alpha'(\eta) \cdot y'''(\eta) + \alpha''(\eta) \cdot y''(\eta) + \lambda \cdot \beta(\eta) \cdot y(\eta) = 0. \quad (1)$$

Bu bərabərlikdə

$$\eta = \frac{x}{H}, \lambda = \frac{k_0 \cdot H^4}{EJ_0}.$$



Svayın hesabi sxemi

Ümumi halda (1) tənliyinin analitik həllinin qurulması mümkün olmadığı üçün praktik məsələlərin həllində ədədi üsullardan istifadə olunur. Bunlardan biri də sonlu fərqlər üsuludur [1, 2]. Svayı uzunluğu

$$\Delta = \frac{H}{n}$$

olan n bərabər hissəyə böldükdə

$$\{Z\}_{(n+5) \times 1} = \{y_{-2} \ y_{-1} \ y_0 \ y_1 \ y_2 \dots \ y_{j-1} \ y_j \ y_{j+1} \dots \ y_{n-1} \ y_n \ y_{n+1} \ y_{n+2}\}^t = \{z_1 \ z_2 \ \dots \ z_{n+5}\}^t$$

vektorunu daxil etməklə məsələnin həlli aşağıdakı matris xətti cəbri tənliklər sisteminin həllinə getirilir:

$$[A] \cdot \{Z\} = \{B\}. \quad (2)$$

Daxil edilmiş matrislərin sıfırdan fərqli elementləri aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\begin{aligned} a_{11} &= -\frac{2\alpha_0}{\delta_3}, \quad a_{12} = \frac{\alpha_0}{\delta_3} + \frac{\alpha'_0}{\delta_2}, \quad a_{13} = \frac{2\alpha'_0}{\delta_2}, \quad a_{14} = \frac{\alpha'_0}{\delta_2} - \frac{\alpha_0}{\delta_3}, \quad a_{15} = \frac{2\alpha_0}{\delta_3}, \quad b_1 = -\bar{Q}_0, \quad a_{22} = \frac{\alpha_0}{\delta_2}, \\ a_{23} &= -\frac{2\alpha_0}{\delta_2}, \quad a_{24} = \frac{\alpha_0}{\delta_2}, \quad b_2 = -\bar{M}_0, \quad a_{j+3,j+1} = \frac{\alpha_j}{\delta_4} - \frac{\alpha'_j}{\delta_3}, \quad a_{j+3,j+2} = \frac{\alpha''_j}{\delta_2} - \frac{4\alpha_j}{\delta_4} + \frac{2\alpha'_j}{\delta_3}, \\ a_{j+3,j+3} &= \frac{6\alpha_j}{\delta_4} - \frac{2\alpha''_j}{\delta_2} + \lambda \cdot \beta_j, \quad a_{j+3,j+4} = \frac{\alpha''_j}{\delta_2} - \frac{4\alpha_j}{\delta_4} - \frac{2\alpha'_j}{\delta_3}, \quad a_{j+3,j+5} = \frac{\alpha_j}{\delta_4} + \frac{\alpha'_j}{\delta_3}, \\ a_{n+4,n+2} &= 0, 2, 3, \quad a_{n+4,n+3} = 1, \quad a_{n+4,n+4} = -2, \quad a_{n+4,n+5} = 1, \quad a_{n+5,n+1} = -\frac{\alpha_n}{2\delta_3}, \\ a_{n+5,n+2} &= \frac{\alpha_n}{\delta_3} + \frac{\alpha'_n}{\delta_2}, \quad a_{n+5,n+3} = -\frac{2\alpha'_n}{\delta_2}, \quad a_{n+5,n+4} = \frac{\alpha'_n}{\delta_2} - \frac{\alpha_n}{\delta_3}, \quad a_{n+5,n+5} = \frac{\alpha_n}{2\delta_3} \end{aligned} \quad (3)$$

Alınmış matris bərabərliyi həll edilərək $\{Z\}$ vektoru təyin olunduqdan sonra daxil edilmiş nöqtələrdə əyici moment və kəsici qüvvə epürərinin ordinatları aşağıdakı bərabərliklər əsasında təyin olunur:

$$M_j = -\alpha_j \cdot \frac{EJ_0 \cdot z_{j+2} - 2z_{j+3} + z_{j+4}}{H_2 \cdot \delta_2}; \quad j = 0, 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$Q_j = -\frac{EJ_0}{H_3} \cdot \left(\alpha'_j \cdot \frac{z_{j+2} - 2z_{j+3} + z_{j+4}}{\delta_2} + \alpha_j \cdot \frac{-z_{j+1} + 2z_{j+2} - 2z_{j+4} + z_{j+5}}{2\delta_3} \right); \quad j = 0, 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

İşlənmiş hesablama metodikası asanlıqla programlaşdırılmışdır. Turbo Pascal ABC alqoritmik dilində təklif olunmuş hesablama metodikasını realizə edən program modulu tərtib olunmuşdur. Bu program modulunun tətbiqi ilə $\bar{Q}_0 = 8.861$, $\bar{M}_0 = 2.604$ olduqda quruntun sərtlik modulu və svayı əyilmədə sərtliyinin dərinlik üzrə, $k(x) = k_0 \cdot \left(1 + \frac{x}{H}\right)$, $EJ(x) = EJ_0 \cdot \left(2 - \frac{x}{H}\right)^3$ kimi dəyişdiyi halda ədədi misala baxılmışdır. Aparılmış hesablamaların nəticələri cədvəldə verilmişdir.

P_j/k_0	\bar{Q}	M
$\lambda=9000$	$\lambda=9000$	$\lambda=9000$
-0.01914	-0.00459	8.86100
-0.01395	-0.00224	1.45770
-0.00924	-0.00060	-3.71386
-0.00519	0.00035	-6.91457
-0.00194	0.00075	-8.47715
0.00048	0.00078	-8.76928
0.00210	0.00061	-8.15968
0.00300	0.00039	-6.98973
0.00332	0.00019	-5.55230
0.00320	0.00006	-4.07852
0.00278	-0.00001	-2.73259
0.00221	-0.00004	-1.61366
0.00160	-0.00004	-0.76346
0.00104	-0.00002	-0.17782
0.00058	-0.00001	0.17983
0.00026	0.00000	0.36469
0.00008	0.00000	0.43788
0.00000	0.00000	0.45527
0.00000	0.00000	0.20897
0.00000	0.00000	0.00866
0.00000	0.00000	0.00000

Cədvəldən göründüyü kimi, λ parametrinin svayı gərginlik-deformasiya halına təsiri kifayət qədər güclüdür. Bölgü nöqtələrinin müxtəlif sayıları üçün aparılmış hesablamalarla müəyyən olmuşdur ki, svayı on bərabər hissəyə böldükdə mühəndis dəqiqliyi ilə nəticələr əldə oluna bilir. Cədvəldəki nəticələr svayı iyirmi bərabər hissəyə bölündüyü hal üçün verilmişdir.

Nəticə

1. Sonlu fərqlər üsulunun tətbiqilə qruntun sərtlik əmsali və svayı əyilmədə sərtliyinin ixtiyarı dəyişdiyi hal üçün svayı hesabi nöqtələrində əyintilərin təyini üçün həllədici tənliklər sistemi qurulmuşdur.

2. Üfüqi təsirlərə məruz qalan svayda əmələ gələn daxili qüvvələrin və svayı qrunt arasında yaranan kontakt gərginliyinin ordinatlarının hesablama düstərləri verilmişdir.

3. Həll alqoritmi ümumi şəkildə qurulduğundan layihələndirmədə önemli rol oynayan svayı əyiklik əmsalının svayı gərginlikli deformasiya halına təsiri öyrənilə bilir.

Ədəbiyyat siyahısı

- Hacıyev M.Ə. Diferensial tənliklərin ədədi həll üsulları. – Bakı: AzMIU, "Nəşriyyat-poligrafiya mərkəzi", 2022, 224 s.
- Hacıyev M.Ə. İnşaat konstruksiyalarının hesablanmasın təqribi üsulları. – Bakı: AzMIU, "Nəşriyyat-poligrafiya mərkəzi", 2022, 255 s.
- Gadzhiyev M.A., Draaz M. Rasçhet balok i ram na uprugom osnovanii. – Bakı: Tİ-MEDİA, 2012, 158 c.
- Şekhovtsev V.A., Guseynov I.G. Nəşusçaya sposobnost' morskikh statcionarnykh platform. – SPb., 2003, 348 s.

References

- Hacıyev M.Ə. Diferensial tənliklərin ədədi həll üsulları. – Bakı: AzMIU, "Nəşriyyat-poligrafiya mərkəzi", 2022, 224 s.
- Hacıyev M.Ə. İnşaat konstruksiyalarının hesablanmasın təqribi üsulları. – Bakı: "Nəşriyyat-poligrafiya mərkəzi", 2022, 255 s.
- Gadzhiyev M.A., Draaz M. Rasçhet balok i ram na uprugom osnovanii. – Bakı: Tİ-MEDİA, 2012, 158 c.
- Şekhovtsev V.A., Guseynov I.G. Nəşusçaya sposobnost' morskikh statcionarnykh platform. – SPb., 2003, 348 s.