





FTAMP 30.17.19


А.Т. Жақаш¹ – негізгі автор, | ©
Ю.Р. Крахмалева², Ә.Ж. Махмут³

 ¹Техн. ғылым. канд., доцент, ²Техн. ғылым. канд., доцент, ³Студент

 ¹<https://orcid.org/0000-0001-8685-9868>; ²<https://orcid.org/0000-0003-2166-3885>,
³<https://orcid.org/0000-0002-6438-0108>

 М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті

 Тараз қ., Қазақстан Республикасы


 ³makhmutasima423@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/UBEC4134>

ТЕРБЕЛІС ФОРМАСЫН ТІЗБЕКТЕП ЖУЫҚТАУДЫҢ ГРАФИКАЛЫҚ ФОРМАСЫ

Аңдатпа. Негізгі жиіліктерді итерация әдісін қолданып, аналитикалық анықтау кезінде теңдеулердегі коэффициенттердің мәндерін анықтау қажет. Бұл әдіс біліктердің тұрақты қимасымен ыңғайлы және біліктердің қималары әртүрлі болған кезде көптеген қиындықтар туындайды. Сондықтан тербелістер формасын графикалық әдістермен анықтаудың маңызы зор.

Тірек сөздер: арқалықтар, біліктер, тербелістердің жиіліктері, жиіліктер шекарасы, итерациялар әдісі, тербеліс периодтары және амплитудалары, жуықтау әдістер.

 Жақаш, А.Т. Тербеліс формасын тізбектеп жуықтаудың графикалық формасы [Мәтін] / А.Т. Жақаш, Ю.Р. Крахмалева, Ә.Ж. Махмут // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2022. – №1(75). – Б.12-17. <https://doi.org/10.55956/UBEC4134>

Кіріспе. Негізінде жиіліктерді анықтауда итерация әдісін қолдану үшін теңдеудің коэффициенттерінің белгілі болғаны керек. Шекті жиіліктердің коэффициенттері белгілі болған кездегі тұжырымдамаға тоқтала өтейік. Тербелістердің жиіліктер шекарасы итерация және жуықтау әдістерімен есептеледі. Сондықтан, тербеліс формасының тізбектеп жуықталып алынуының маңыздылығы зор. Мұндай біліктердің кинематикалық параметрлерін графоаналитикалық тұрғыда анықтап, табу қажет.

Зерттеу шарттары мен әдістері:

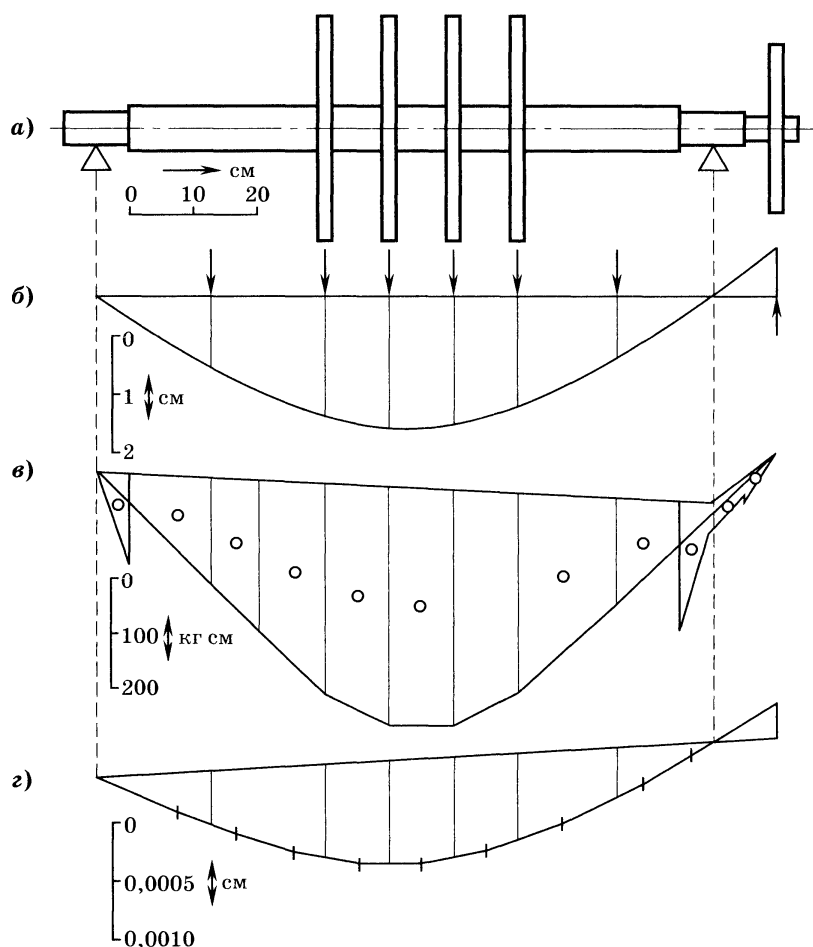
- тербеліс формасының тізбектеп жуықтауының графикалық формасының коэффициенттерінің мәндерін анықтау;
- тербеліс жиіліктерінің итерациясын жуықтау әдістерін қолданып есептейміз;
- біліктердің тұрақты қималарын ыңғайлы етіп, аналитикалық анықтауда пайдаланамыз;
- біліктердің әр бөлігіндегі кинематикалық параметрлерді анықтау үшін графоаналитикалық әдісті қолданамыз.

Зерттеу нәтижелері. Егер, жүйедегі денелердің салмағы серіппелердің салмағынан бірнеше есе көп болса, онда жүйенің тербелісінің негізгі

массалары; $\lambda_i^{(0)}$ - алғашқы ауытқу; ω_0^2 - масштаб ретінде алынған бұрыштық жылдамдықтың квадраты (мысалы, $\omega_0=10$ 1/с) берілген. Координаталар нүктесін біліктің бас жағына орналастыру арқылы, төмендегі дифференциалдық теңдеуді қарастырамыз:

$$EI = \frac{d^2 \lambda}{dx^2} = -M(x), \tag{3}$$

мұндағы EI иілудің қатаңдығы, $M(x)$ P_i -дің күштері жүктемесінен x -қимасындағы иілу моменті.



1-сурет. Графикалық әдістер

Өзгермелі қиманың біліктерінде EI қатаңдығы инерциялық момент I арқылы өзгереді. Теңдеудің екі жағында I_0/I қатынасына көбейтеміз, мұндағы I_0 - тұрақты инерциялық момент. Онда (3) теңдеуді келесі түрде жазуға болады:

$$EI_0 = \frac{d^2 \lambda}{dx^2} = -M \frac{I_0}{I}, \tag{4}$$

Ғылыми нәтижелерді талқылау. Осы формулалардың негізінде алынған нәтижелер төмендегі кестеде келтірілген (1-кесте).

Кесте 1

i	Q , кг	m_i , кг · см ⁻¹ · с ²	$\lambda_i^{(0)}$, см	$P_i = m_i \lambda_i^{(0)} \omega_0^2$, кг
1	5	0,0051	1,20	0,612
2	25	0,0255	1,84	4,69
3	25	0,0255	2,00	5,10
4	25	0,0255	1,92	4,90
5	25	0,0255	1,97	4,26
6	4	0,0041	1,01	0,413
7	15	0,0153	-0,90	-1,38

Есептеулердің нәтижесінде, инерциялық момент I_0 біліктің максималды көлденең қимасының моменті болып табылады, яғни

$$I_0 = \frac{\pi \cdot 8^4}{64} = 201 \text{ см}^4$$

$$\varphi(p) \rightarrow \lambda(x), F(p) \rightarrow M_1(x),$$

деп алып, жоғарыдағы ұмтылыстарды ескере отырып, төмендегі теңдеуді аламыз:

$$EI_0 \lambda(x) = \frac{x}{l} \int_0^l (l - \xi) M_1(\xi) d\xi - \int_0^x (x - \xi) M_1(\xi) d\xi, \quad (5)$$

мұндағы l - тіректер арасындағы арақашықтық.

Оң жақтағы бірінші интеграл

$$\frac{x}{l} \int_0^l (l - \xi) M_1(\xi) d\xi,$$

мұндағы, күшейтілген $M_1(\xi)$ тең болатын біліктің көлденең қимасы x -қа қатысты біліктің моментін білдіреді; екінші интеграл

$$- \int_0^x (x - \xi) M_1(\xi) d\xi$$

біліктің x қимасының сол жақ бөлігіндегі жүктемесінің салыстырмалы моменті. Біліктің оң жақ бөлігі $M_1(x)$ жүктеу кезінен бастап, x бөлігінің иілу моменті. Олай болса, серпімді сызық төмендегі теңдеумен өрнектеледі:

$$y = \lambda(x)$$

Бұлар күштік көпбұрыштарды салу үшін, уақытты 12 бөлікке бөледі және төмендегі ауырлық орталарын және әрбір бөліктің ΔS_i ауданын таба аламыз. Есептелінген шамалары төмендегі кестеде келтірілген (2-кесте).

Кесте 2

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΔS_i , см ²	0,404	1,46	1,85	3,28	4,07	4,25	3,95	4,15	1,30	0,73	0,19	0,10

Тағайындалған масштабтарды пайдаланатын болсақ, онда бір квадрат сантиметрі 1000 кг сай келеді.

Егер, осы жүктемелердің сызықтық масштабы (екінші қуат көпбұрышына) $1\text{см} = 1000\text{кг} \cdot \text{см}^2$ -қа сай келетін болса, онда ΔS_i төмендегі мәндер осы жүктемелерге сай келеді. Екінші күшті көпбұрыштағы шеткі арақашықты төмендегідей шамамен алған жөн.

$$H_2 = \frac{EI_0}{Nd} = \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 201}{Nd} \text{кг} \cdot \text{см}^2,$$

мұндағы d - арақашықтықтар масштабы, N – бүтін сандар. Онда, серпімді сызықтың координаттар табиғи өлшемге қарағанда N есе артады, бұл жағдай оларды есептеуді жеңілдетеді. Бұл жағдайда ұзындықтар келесі шамаға тең:

$$H_2 = \frac{EI_0}{2000} = 21100 \text{кг} \cdot \text{см}^2,$$

жүктеме шкаласы 20,1 см. Есептеу нәтижелері 3-кестеде көрсетілген. Бірінші жиіліктің шекаралары келесідей:

Кесте 3

i	$\lambda_i^{(1)} \cdot 10^4$	$\lambda_i^{(0)} / \lambda_i^{(1)}$	$[\lambda_i^{(0)}]^2$	$\lambda_i^{(0)} \cdot \lambda_i^{(1)} \cdot 10^4$
1	4,100	2850	1,44	4,92
2	7,000	2590	3,39	12,88
3	7,700	2580	4,00	15,40
4	7,500	2573	3,69	14,40
5	6,356	2670	2,79	10,61
6	3,606	2890	1,02	3,64
7	-2,908	3220	0,81	6,62
			$\sum = 17,14$	$\sum = 64,47$

Іздеп отырған 1-ші жиіліктің шекарасы төмендегідей болады:

$$\min \frac{\lambda_i^{(0)}}{\lambda_i^{(1)}} < \frac{p_1^2}{\omega_0^2} < \frac{\sum [\lambda_i^{(0)}]^2}{\sum \lambda_i^{(0)} \lambda_i^{(1)}}$$

$$2575 \cdot 10^2 < \rho_1^2 < 2658,6 \cdot 10^2$$

$$507,4 < \rho_1 < 515,6.$$

Тура осы секілді қалған жиіліктердің де шекарасын анықтауға болады.

Қорытынды. Динамикалық жүйелердің тербелістерін зерттеуде графо-аналитикалық әдістерді қолдана отырып, тербелістердің жиіліктер шекарасын және біліктердің көлденең тербелістерінің жиіліктерін анықтай аламыз. Мұндай динамикалық жүйелердің жұмыс істеу процесстерін бақылауға мүмкіндік беретін есептеу кестелердің негізінде қажетті кинематикалық параметрлерді таба аламыз.

Жиіліктерді итерация әдісін пайдаланып, аналитикалық жолмен анықтау теңдеулердегі коэффициенттердің мәндерін анықтау кезінде пайдаланатыны бұл жұмыста анықталған. Бұл әдіс біліктердің тұрақты қимасымен ыңғайлы және біліктердің қималары әртүрлі болған кезде көптеген қиындықтар туындайды. Сондықтан тербелістер формасын графикалық әдістермен анықтаудың маңызы зор. Алынған нәтижелерді механикалық немесе динамикалық жүйелерді зерттеумен айналысатын ғылыми қызметкерлер пайдалануына болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Боголюбов, Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний [Текст] / Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Метропольский. – М.: Физматгиз, 1990.
2. Светлицкий, В.А. Механика абсолютно гибких стержней [Текст] / Под ред. А.Ю. Ишлинского. – М.: Изд-во МАИ, 2001.

Материал редакцияға 31.01.22 түсті.

А.Т. Жақаш, Ю.Р. Крахмалева, Ә.Ж. Махмут

Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ГРАФИЧЕСКАЯ ФОРМА МЕТОДА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ ФОРМАМИ КОЛЕБАНИЙ

Аннотация. При анализе основных частот методом итераций необходимо определить значения коэффициентов в уравнениях. Этот способ удобен при постоянном сечении валов, а при различном сечении валов возникает много трудностей. Поэтому важно определять форму колебаний графическими методами.

Ключевые слова: балки, стержни, частоты колебаний, диапазоны частот, методы итерации, периоды колебаний и амплитуды, приближенные методы.

A.T. Zhakash, U.R. Krahmaleva, A.Zh. Makhmut

M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

GRAPHIC FORM OF THE METHOD OF SEQUENTIAL APPROXIMATIONS BY FORMS OF OSCILLATIONS

Abstract. When analyzing the fundamental frequencies by the iteration method, it is necessary to determine the values of the coefficients in the equations. This method is convenient with a constant section of the shafts, and with a different section of the shafts, many difficulties arise. Therefore, it is important to determine the form of vibrations by graphical methods.

Keywords: beams, rods, oscillation frequencies, frequency ranges, iteration methods, oscillation periods and amplitudes, approximate methods.

References

1. Bogolyubov N.N., Metropolsky Yu.A. Asimptoticheskiye metody v teorii nelineynykh kolebaniy [Asymptotic methods in the theory of nonlinear oscillations] - Moscow: Fizmatgiz, 1990. [in Russian].
2. Svetlitsky V.A. Mekhanika absolutno gibkikh sterzhney [The mechanics of absolutely flexible rods] / Ed. A.Yu. Ishlinsky. - Moscow: Publishing House of the Moscow Aviation Institute, 2001. [Russian].