O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

MEXANIKA VA MATEMATIKANING AMALIY MUAMMOLARI

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

MATERIALLARI

26-28 may, 2022 yil

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МАТЕРИАЛЫ

Республиканская научно-практическая конференция

ПРОБЛЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

МЕХАНИКИ И МАТЕМАТИКИ

26-28 мая, 2022 г.

Toshkent 2022

TASHKILIY QO‘MITA

Usmonov Botir Shukurullayevich – p.f.d., professor – rais

Pulatov Xayrulla Lutpullayevich – k.f.d., professor – rais muovini

Safarov Toyir Tursunovich – t.f.d., dotsent

Vapayev Murodjon Dusummatovich –PhD.

Safarov Ismoil Ibrohimovich – f.m.f.d., professor

Mirsaidov M.M. -f.m.f.d., akademik

Mardonov B.M. - f.m.f.d., professor

Mavlonov T.M. - t.f.d., professor

Mirzoyev I. - f.m.f.d., professor

Axmedov A.B. - f.m.f.d., professor

Abdusattorov A. - f.m.f.d., professor

Sultonov K.S. - f.m.f.d., professor

Teshayev M.X. - f.m.f.d.,dotsent

Boltayev Z.I. - f.m.f.d.,dotsent

Iskanadjiyev I.M. - f.m.f.d.,dotsent

Kuldoshov N.U. - f.m.f.n.,dotsent

Ibragimov F. – kafedra mudiri, PhD

Nuriddinov B.Z. - PhD, Konferentsiya ilmiy kotibi

Madaminov B. - katta o‘qituvchi

Ro‘zimov A.Sh. - katta o‘qituvchi

Almuratov Sh. N. -katta o‘qituvchi

Eliboyev N.R. - assistent

Ablaqulov Sh.Z. - assistent

Choriyev M. – assistent

Professor Batirjan Mardonovning ilmiy va pedagogik faoliyati

prof.,Safarov I. I., prof., Mavlonov T.M.

Mardonov Botir Mardonovich 1959 yil Samarqand qishloq tumanidagi Alisher Navoiy nomidagi o‘rta maktabni oltin medal bilan tugatib, Tashkent davlat universtitetining mexanika-matematika fakultetitining talabasi, 1963 yil fevral oyidan boshlab M.V.Lomonosov nomidagi Moskva davlat universiteti (MDU) mexanika matematika fakultetining akademik X.A.Raxmatulin rahbarlik etayotgan gazlar va to‘lqinlar dinamikasi kafedrasining 3 kurs talabasi bo‘lib, uning rahbarligida kafedrada kurs va diplom ishlarin bajargan. Universitetni 1965 yil “Mexanika” ixtisocoligi bo‘yicha tugatib, 1966 yil Sovet Armiyasi safida xizmatni o‘tadi.1967-1970 yillarda Moskva davlat universiteti mexnika matematika fakultetining aspiranti bo‘lib, gazlar va to‘lqilar dinamikasi kafedrasida akademik X.A.Raxmatulin rahbarligida ilmiy tadqiqot ishlarini olib borgan. 1970 yili akademik X.A.Raxmatulin tavsiyasi bilan Davlvt komissiyasi qarori asosida Moskva davlat universiteti mexanika matematika fakulteti “gazlar va to‘lqinlar dinamikasi” kafedrasida ishga qoldirilib, katta laborant (1970-1972 yillar) , kichik ilmiy xodim (1972-1976 yillar) assistent (1976-1978 yillar) lavozimlarida ishlagan. Kafedrada 2 kurs talabalariga tutash muhitlar mexanikasi fanidan amaliy mashg‘ulotlar olib borgan, talabalarning kurs va diplom ishlariga rahbarlik qilgan. Ilmiy tadqiqot institutlari bilan tuzilgan xo‘jalik shartnomalari mavzulari bo‘yicha X.A.Raxmatulin rahbarligida ilmiy va loyiha ishlarini bajargan. Kafelradagi seminarlarda faol qatnashib, ilmiy natijalarini universitetnig va mex-mat fakultetining yetakchi jurnalarida e’lon qilingan. Fakultet tashkiliy ishlariga faol qatnashib, fakultet studentlik komissiyasi (1967-1971yillar)) a’zosi bo‘lgan. 1973 yil mex-mat fakultetining qabul komissiyasi a’zosi, 1974 yil qabul komissiya kotibi muovini vazifasini bajargan. Fakultetdagi ishlarni samarali bajargani uchun fakultet dekanati tomonidan tashakkurnomalar e’lon qilingan.

1972 yilda X.A.Raxmatulin rahbarligida tayyorlagan dissertatsiya ishini mexmat fakulteti va mexanika ilmiy tadqiqot huzuridagi ilmiy kengashda himoya etib, fizika matematika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olgan.

1978 yili Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti rektorining taklifiga muvofiq institutga ishga taklif etilgan, ilmiy va pedagogik faoliyatini institutda davom ettirgan 1978-1986 yillar , institutning oliy matematika kafedrasining mudiri lavozimida ishlagan. Kafedraning ilmiy ishlarida o‘quv uslubiy komplekslar tuzishda, yosh pedagogiklarni tarbiyalashda, yangi ilmiy yo‘nalish mavzularini rivojlantirishda, uning kafedra faoliyatini ixtisoslashgan kafedralar bilan muqobillashtirib, ilmiy tadqiqot ishlarda matematika fani ahamiyatini oshirishda samarali ishlar olib borgan. Shu yillar davomida 5 marta talabalarni qabul qilish komissiyasida matematika predmetining raisi vazifasini bajargan. Kafedradagi pedagogik faoliyati bilan birgalikda mexanika va inshoatlar seysmik mustahkamligi instituti bilan ilmiy tadqiqot ishlarida faol qatnashgan. Metro stansiyalarini loyihalashning yangi samarali usullari yo‘nalishida olingan ilmiy va amaliy tadqiqot ishlar majmuasiga 1983 yil bir guruh qatnashchilar bilan birgalikda Respublika Beruniy nomidagi mukofot bilan taqdirlangan. Akademik X.A.Raxmatulin rahrbarligida suyuqlik bilan to‘yingan ikki kompoyentli muhitlarda to‘lqin tarqalish muammolari ustida ilmiy tadqiqot ishlarini samarali davom ettirib, 1984 yilda Moskva davlat universiteti mexanika matematika fakulteti qoshidagi ilmiy kengashda doktorlik dissetrtatsiyani himoya qilgan.

1986- 1991 yillarda O‘zbekiston Fanlar akademiyasi tomonidan akademiyaga qarashli Seysmologiya institutiga ilmiy ishlar bo‘yicha direktor o‘rinbosari vazifasida lavozimiga taklif etilgan va bu lavozimda 1991 yilgacha ishlagan.

1991 yil Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoati institutiga qaytib, nazariy mexanika va materiallar qarshiligi kafedrasi mudiri lavozimida ishlagan. Kafedra a’zolari ixtisoslashgan kafelralar bilan birgalikda uslubiy qo‘llanmalar va ilmiy maqolalarni chop etishda faol qatnashgan . 1992-1994 yillar O‘zbekiston Oliy Attestatsiya komissiyasida texnika fanlari bo‘yicha ekspert a’zosi vazifasini bajargan. Shu yillar davomida uning rahbarligida respublika oliy yurtlari va tadqiqot institutlarida faolyat ko‘rsatayotgan 25 dan ortiq fan nomzodlari va 2 ta fan doktorlari dissertatsiya ishlari himoyasiga rahbarlik etgan. Respublikada pedagogik kadrlar tayyorlashda va ta’lim tizimiga katta hissa qo‘shganligi uchun 1992 yili unga Respublikada xizmat ko‘rsatgan ma’orif xodimi unvoni berilgan.

1996 yili Qozog‘iston Fanlar akademiyasining taklifiga muvofiq chet davlatlar bilan hamkorlikda tadqiqot ishlarini bajarish uchun akademiyaning Atirau shaxridagi G‘arb bo‘limiga Mexanika va mashinasozlik bo‘limi boshlig‘i lavozimiga taklif etilgan . Bo‘lim 1998 yili ma’lum sabablarga ko‘ra o‘z falolitin tugatganligi sababli ish faoliyatini Atirau neft va gaz institutida davom ettirgan. Bundan tashqari “Kaspiymunaygaz” loyiha institutida «loyihalarni texnikaviy ta’minlash va ekperiza etish” bo‘limi boshlig‘i lavozimida (0.5 stavkada) ishlagan. 2001-2003 yillarda institutning chizmachilik kafedrsi mudiri, 2003-2005 yillarda laboratoriya mudiri lavozimlarida ishlagan. 2002-2011yillar davomida kandidatlik va doktorlik dissertatsiyalarni himoyasini o‘tkazish uchun tashkil etilgan Halqaro ilmiy kengashning ishida faol qatnashgan. Shu yillar davomida uning rahbarligida Qozog‘iston Respublkasida 7 da kandidatlik va 2 doktorlik dissertatsiyalari himoya qilingan, Uning institutda olib borgan ilmiy va pedagogik faoliyati Qozog‘iston Respublikasi Oliy ta’lim vazirligi tomonidan medal va faxriy yorliqlar bilan taqdirlangan. Nazariy va amaliy mexanika bo‘yicha Qozog‘iston Respublikasi milliy qomitasining a’zosi. Bundan tashqari Instituda bir necha marta o‘tkazilgan Kaspiy bo‘yi davlatlar kengashi qatnashchilari uchrashuvlarida faol qatnashib, kengashning ko‘krak nishoni bilan taqdirlangan.

2005 yili O‘zbeksiston Respublkasiga qaytib, ish faoliyatini Samarqand davlat qurilish va arxitektura instutida qurilish mexanikasi kafedrasida davom ettirgan. 2008 yildan boshlab o‘z faoliyatini Toshkent to‘qimachilik va yengi sanoat instutitinng tabiiy tolalarni dastlabki ishlash texnolgiyasi kafedrasida davom ettirmoqda. Kafedrada paxta sanoati texnologik jarayonlarini modellashtirish fanidan ma’ruza va amaliy mashg‘ulot darslarini amalga oshrdi, fanga ta’luqli bo‘lgan darslik va uslubiy qo‘llanmalar tayyorlashda faol qatnashayapti. U institutda 8 ta magistrga rahbarlik qilgan. Namangan muxandislik qurilish institutida 4 ta magistr rahbaridir.

Hozirgi paytda u himoya o‘tkazadigan 2 ta mexanika va inshoatlar seysmik mustahkamligi va Samarqand davlat universiteti huzuridagi ilmiy kengash, bir nechta kengashlar qoshidagi seminarlar a’zosidir. Uning rahbarligidagi himoya qilgan ilmiy va pedagogik xodimlar respublikaning ko‘p xududlarida mehnat qilishayapti. 2013 yili ko‘p yillik samarali va halol mehnati uchun Respublika Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi tomonidan faxriy yorlig‘i bilan mukofotlangan. Uning xizmatlarini e’tiborga olib, Namangan muxandislik texnologiya instituti tomonidan unga xizmat ko‘rsatgan professor faxriy unvoni berilgan.

Ilmiy pedagogik faoliyati davomida 20 tadan ortiq monografiyalar, uslubiy qo‘llalanmalar, respublikada va chet ellarda chop etilgan 400 da ortiq maqolalar muallifidir.

VIBRATION ANALYSIS OF AIRFOIL MODEL WITH NONLINEAR HEREDITARY DEFORMABLE SUSPENSIONS

Botir Usmonov[1a]
[1]Tashkent chemical-technological institute u, Uzbekistan, 100032 Tashkent, A. Navoi-32
[a)] Corresponding author: busmonov@hotmail.com

Abstract: In the present work, the vibratory behavior of an airfoil is discussed. The airfoil is considered as two-degree-of-freedom structure with hereditary deformable suspensions. The weak singular integro-differential equation is numerically solved using numerical integration method. Finally, numerical results for the creep response and resonance behavior of the viscoelastic materials were analyzed. These results are obtained for the perfect elastic and viscoelastic suspensions with the nonlinearity feature. As demonstrated in the airfoil model, the equation of motion with hereditary and nonlinear terms successfully illustrate realistic vibratory characteristics of two-dimensional viscoelastic problems.

Keywords: Vibration analysis, hereditary deformable, integro-differential equation, viscoelastic

1. SYMBOLS

U Potential energy

T Kinetic energy

L Laplace description

Q Generalized coordinate

a No dimensional distance from the mid chord to the elastic axis

b Semi chord of wing (reference length)

c_α pitch degree of freedom structural damping coefficient

c_h Plunge degree of freedom structural damping coefficient

z No dimensional distance from mid chord to control surface leading edge

g Acceleration due to gravity

h Plunge displacement coordinate

I_α mass moment of inertia about the elastic axis

k_α pitch degree of freedom structural spring constant

k_h Plunge degree of freedom structural spring constant

$L(t)$ Lift of the wing

$M(t)$ Moment of the wing about the elastic axis

m Mass of the wing

u free stream velocity

x_α no dimensional distance between elastic axis and the center of mass

α pitch displacement coordinate

μh Static coefficient of friction in the plunge direction

□□ static coefficient of friction in the pitch direction

ρ density of air

ab Distance between mid-chord and rotation point (elastic axis)

X_α distance between elastic axis and c.g. point

2. INTRODUCTION

Due to strong implications of various nonlinearities and “hereditary deformable” nature of the airfoil model, the stability of the airfoil cannot longer be analyzed within linearized theory. In order to investigate this behavior, the governing equations have to be considered in a nonlinear form. The Volterra series based theory gives important information about the effects of nonlinearities of the structures (see Volterra, V., 1959; Lee, Y.M. et al., 1964; Schetzen, M., 1980; Silva, W.A., 1991). A number of fundamental contributions related to the application of Volterra’s series were developed by several researchers (Volterra, V., 1959; Silva, W.A., 1991; Badalov, F.B., 1987; Rabotnov, Yu. N., 1977; Volmir, A. S., 1972; Koltunov, M. A., 1976). There are two schools of thoughts in solving viscoelastic problems, where involved the hereditary relation. First is based on numerical integrations in time domain, and the second is involving Laplace transform to the frequency domain (see Muravyov A., 1998). The basic idea is using numerical integration method to introduce elimination of singularities based on the method of Badalov (Badalov, F.B., 1987).

In present work is developed a mathematical model, where rheological and heredity property of materials are taken in account for the deformation-stress analysis of structure. In the theory of linear viscoelasticity, one of the hereditary deformable models is a constitutive equation of the form (a one dimensional structure is taken as a demonstrative example)

$$\sigma(t)=E\left[\varepsilon(t)-\int_0^t R(t-\tau)\varepsilon(\tau)d\tau\right], \qquad (1)$$

where σ is the stress, ε is the strain, E is the instantaneous Young’s modulus, and $R(t-\tau)$ is referred to as the relaxation kernel. Viscoelastic properties have been addressed by using exponential relaxation kernels [1], [2] and [5] as

$$R(t-\tau)=Ae^{-\beta(t-\tau)}$$

In this work the vibratory processes based on application of Volterra principle, which allows solve viscoelastic problems with heredity properties of material. where A is the viscosity and β is the relaxation parameter. The kernel (6) may cause some errors in initial stage when small β is used in the integral constitutive equation (2). The errors in the initial stage results impact on final result. Even if the errors exist, the kernel has been frequently used due to easy numerical implementation such as a Laplace transform based method [10].

In order to remove the errors, researchers have used weak singular kernels of Koltunov, Rzhanitsyn, Abel, Rabotnov [13] [14].

$$R(t-\tau)=Ae^{-\beta(t-\tau)}(t-\tau)^{\alpha-1}, \quad A>0,\ \beta>0,\ 0<\alpha<1,$$

where α is the singularity parameter. Advantages of these kernels are known to describe simultaneously the creep deformation and stress relaxation of viscoelasticity with difference three parameters. However, its numerical implementation has been an issue

In this work, we present a numerical solution technique based on a numerical integration method for solving a hereditary equation with a weakly singular kernel. Recurrent algebraic equations of the hereditary deformable system is formulated and eliminated weak singularity. The vibratory responses by the present approach with weakly singular kernel are compared with those by an exponential kernel in a simple wing model and the influence of three parameters is explored as well.

3. EQUATIONS OF MOTION

Consider coupled bending-torsion vibration of an airfoil model on nonlinear hereditary deformable suspensions.

Assumed, that an airfoil motion is characterized by two generalized coordinates, such as pitch angle α and plunging h. Airfoil is excitated under initial load. Motion of the airfoil model can be represented as in Figure 1, where the model of an airfoil has a translational spring with coefficient stiffness-c_1 and a torsion spring with a coefficient of stiffness - c_2. The virtual springs are located in the elastic center. Therefore, the model of airfoil has two degrees of freedom-(α , h).

Potential energy of the airfoil model. If c_1, c_2 are respectively, the spring coefficients of the bending and torsion springs, then the potential energy is

$$P=\frac{1}{2}\left\{c_1\alpha^2\left(1+2R^*\right)+c_2h^2(1+2R^*)\right\} \quad (5)$$

Kinetic energy of the airfoil model. The kinetic energy of the airfoil can be presented as follows:

$$K=\frac{1}{2}\left(a_{11}\dot{\alpha}^2+2a_{12}\dot{\alpha}\dot{h}+a_{22}\dot{h}^2\right), \quad (6)$$

where $a_{11}=m, \quad a_{12}=a_{21}=-mb, \quad a_{22}=m\left(r^2+b^2\right)$.

Then Lagrange’s equations in generalised coordinates can be written as

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial\alpha}-\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial\dot{\alpha}}&=q_1\\ \frac{\partial L}{\partial h}-\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial\dot{h}}&=q_2\end{aligned}, \quad (7)$$

where $L=P-K$.

Representing equation (7) in classical form, one obtains

$$
\begin{aligned}
a_{11}\ddot{\alpha} + a_{12}\ddot{h} + c_1(1-R^*)(\alpha - \gamma\alpha^3) = q_1 \\
a_{21}\ddot{\alpha} + a_{22}\ddot{h} + c_2(1-R^*)(h - \gamma h^3) = q_2
\end{aligned}
\qquad (8)
$$

From system of integro-differential equations (8) follows, that coupling of bending-torsion vibration determined by coefficient b. When center of gravity coincide with axis of stiffness ($b=0$), then system (8) uncoupled into two independent equations. First equation will describe vertical vibration, and second equation describes torsional vibration of the airfoil of wing.

It is necessary solve equation (8) under given initial conditions.

Assuming $c_{11} = c_1$, $c_{12} = c_{21}$ and $c_{22} = c_2$ the solution of Eq. (8) is obtaining by numerical integration method. We use following parameters for dimensionlizing the Eq. (8)

$$
\theta_1 = 1 + \left(\frac{b}{2}\right)^2, \quad \theta_2 = \chi\left(\frac{b}{2}\right)^2, \quad bh = u; \quad \alpha = w, \quad \bar{t} = \sqrt{\frac{c_1}{m}}\,t, \quad \chi = \frac{c_2}{c_1 b^2}.
$$

Thus equation of motion (8) can be described as following

$$
\begin{aligned}
&\ddot{w} + \theta_1(1-R^*)\left[(w-\gamma w^3) + \frac{\theta_2}{\theta_1}(u-\gamma u^3)\right] = 0 \\
&\ddot{u} + \left(\frac{b}{r}\right)^2 (1-R^*)\left[(w-\gamma w^3) + \chi(u-\gamma u^3)\right] = 0
\end{aligned}
\qquad (9),
$$

The initial conditions are $w|_{t=0} = w_0$, $\dot{w}|_{t=0} = 0$, $u|_{t=0} = u_0$, $\dot{u}|_{t=0} = 0$.

Then applying the method described in [2] into system of equations (9), one obtains

$$
\begin{aligned}
w_n &= w_0 - \sum_{j=0}^{n-1} C_j(t_n - t_j)\left\{\theta_1(w_j - \gamma w_j^3) + \theta_2(u_j - \gamma u_j^3) - \frac{\varepsilon}{a}\sum_{k=0}^{j} B_k e^{-\beta t_k}\left(\theta_1(w_{j-k} - \gamma w_{j-k}^3) + \theta_2(u_{j-k} - \gamma u_{j-k}^3)\right)\right\} \\
u_n &= u_0 - \left(\frac{b}{2}\right)^2 \sum_{j=0}^{n-1} C_j(t_n - t_j)\left\{\theta_1(w_j - \gamma w_j^3) + \chi(u_j - \gamma u_j^3) - \frac{\varepsilon}{a}\sum_{k=0}^{j} B_k e^{-\beta t_k}\left((w_{j-k} - \gamma w_{j-k}^3) + \chi(u_{j-k} - \gamma u_{j-k}^3)\right)\right\}
\end{aligned}
\qquad (10),
$$

where:

$$
\begin{aligned}
&t_n = n\Delta t, \quad w(t_n) = w_n, \quad u(t_n) = u_n, \quad C_j = \Delta t, \; j = 1, n-1 \\
&C_0 = C_n = \frac{\Delta t}{2}, \quad B_k = \frac{\Delta t^a}{2}\left[(k+1)^a - (k-1)^a\right], \quad k = 1, j-1 \\
&B_0 = \frac{\Delta t^a}{2}, \quad B_j = \frac{\Delta t^a}{2}\left[j^a - (j-1)^a\right]
\end{aligned}
$$

The Eq. (10) is the mathematical model, which describes coupled bending-torsion vibration of the airfoil model. Calculation of the Eq. (10) is providing as for linear/nonlinear perfect-elastic, as well linear/ nonlinear viscoelastic cases.

4. NUMERICAL EXAMPLES

Numerical implementation of the problem illustrated in Fig.1 is performed for linear/nonlinear elastic and linear/nonlinear viscoelastic cases.

4.1. Free vibration analysis without hereditary form

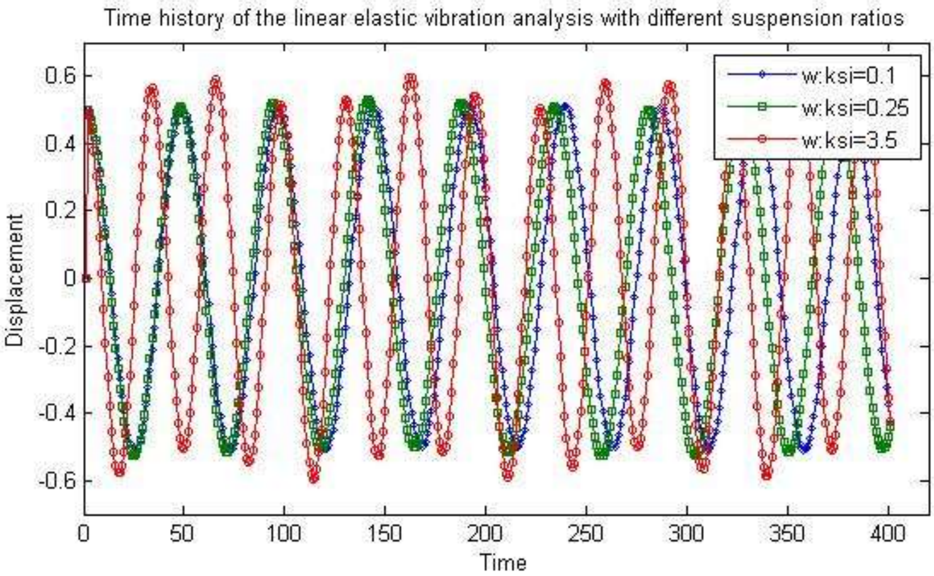
$$\ddot{w}+\theta_1\left[(w-\gamma w^3)+\frac{\theta_2}{\theta_1}(u-\gamma u^3)\right]=0$$

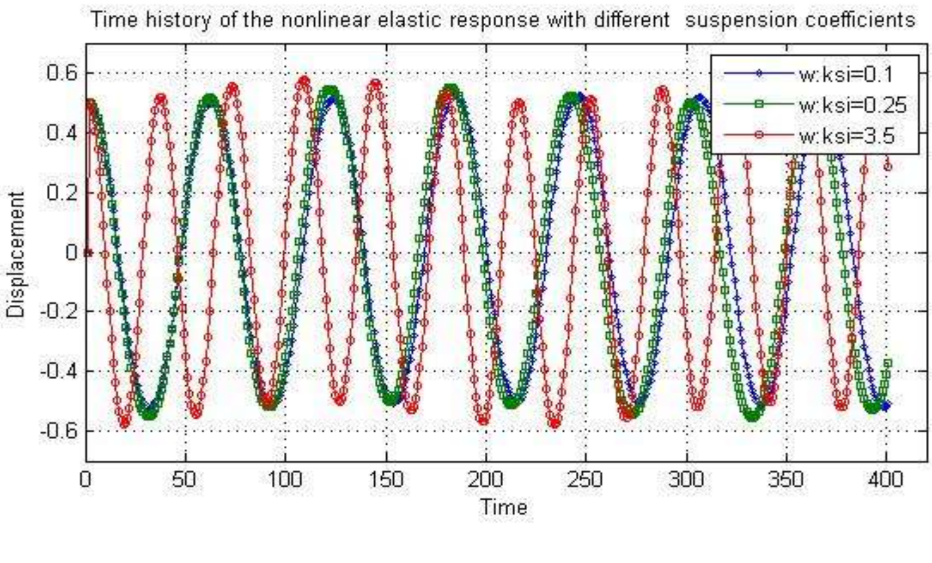
$$\ddot{u}+\left(\frac{b}{r}\right)^2\left[(w-\gamma w^3)+\chi(u-\gamma u^3)\right]=0$$

The initial conditions and parameters are given by

$$w\,|_{t=0}=w_0,\quad \dot{w}\,|_{t=0}=0,\quad u\,|_{t=0}=u_0,\quad \dot{u}|_{t=0}=0,$$

$$\chi=0.1;\,0.25;\,3.5,\quad \left(\frac{r}{b}\right)^2=0.06;\quad \varepsilon=0.0;\quad a=0.00025;\quad \beta=0.0;\,\gamma=1;\,\Delta t=0.1\cdot$$



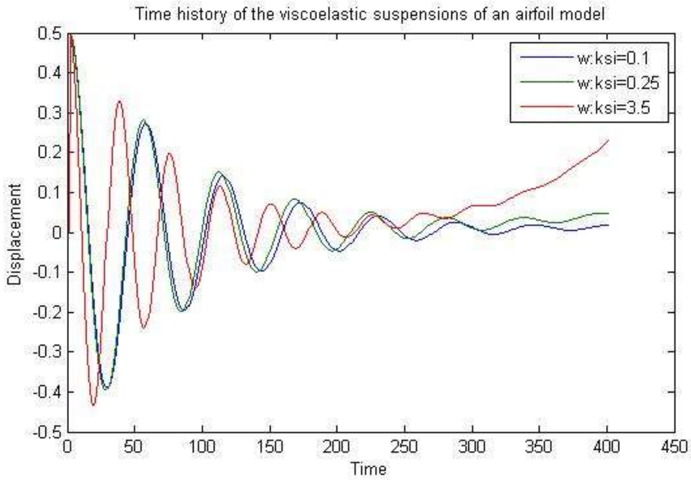


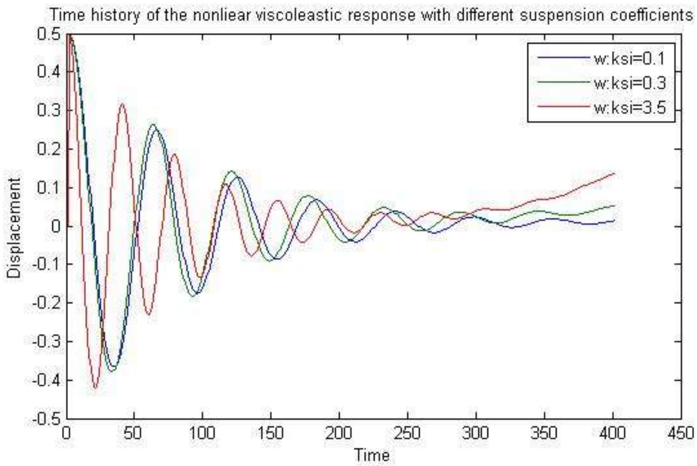
4.2. Free Vibration analysis with hereditary form

The initial conditions and parameters are given by

$$w\,|_{t=0} = w_0, \quad \dot{w}\,|_{t=0} = 0, \quad u\,|_{t=0} = u_0, \quad \dot{u}|_{t=0} = 0$$

$$\chi = 0.1;\ 0.25;\ 3.5, \quad \left(\frac{r}{b}\right)^2 = 0.06; \quad \varepsilon = 0.1; \quad a = 0.25; \quad \beta = 0.05;\ \gamma = 1;\ \Delta t = 0.1$$





5. Conclusion

Proposed weak singular integro-differential equation provides a good solution of the nonlinear viscoelastic (hereditary) system. Through numerical implementation, the dynamic response explored for viscoelastic materials. Also compared the vibratory behaviors of perfect elastic and viscoelastic material with the nonlinearity feature. As demonstrated in the example of the airfoil model, the mathematical equations with hereditary and nonlinear terms successfully analyze realistic vibratory characteristics of two dimensional viscoelastic problems.

REFERENCE

1. Badalov, F.B., 1980, Method of series in nonlinear hereditary theory of viscoelasticity, Fan, Uzbekistan. (in Russian)
2. Badalov, F.B., 1987, Methods of solution of integral and integro-differential equations of hereditary viscoelasticity, Mexnat, Uzbekistan, 1987. (in Russian)

3. Badalov, F.B., Ganikhanov, Sh.F., 2000, Vibration of hereditary-deformable elements of structure of flying vehicles, TSAI, Uzbekistan. (in Russian)
4. Badalov, F. B., Usmonov, B. Sh., 2004, "New solution setting for bending-aileron flutter of vehicle," Reports of Academy of Science of Uzbekistan 6, 30-33. (in Russian)
5. Badalov, F. B., Eshmatov, Kh., Yusupov, M., 1987, "About some methods of the decision of systems integro-differential equations meeting in problems viscoelasticity", Soviet Appl. Math. Mech. 51: 867-871.
6. Goroshko, O.A., Pushko, N.P., 1997, "Lagrangian equations for the multi body hereditary systems," Facta Universitatis. Series: Mechanics, Automatic, Control and Robotics Vol.2, No 7, 209-222.
7. Lee, Y.M. et al., 1964, Selected Papers of Norbert Wiener, Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.
8. Il'yushin, A. A., Pobedrya, B. E., 1970, Fundamentals of the mathematical theory of thermoviscoelasticity, Nauka, Moscow. (in Russian)
9. Muravyov, A., 1998, "Forced vibration responses of a viscoelastic structure." J Sound Vib 218(5) 892-907.
10. Koltunov, M. A., 1976, Creep and relaxation, Visshaya shkola, Moscow. (in Russian)
11. Potapov, V. D., 1985, Stability of viscoelastic elements of designs, Stroyizdat, Moscow. (in Russian)
12. Rabotnov, Yu. N., 1977, Elements of hereditary mechanics of solids. Moscow. (in Russian)
13. Rzanitsyn, A. R. , 1968, Theory of creep,. StoryIzdat., Moscow. (in Russian)
14. Schetzen, M.,1980, The Volterra and Wiener Theories of Nonlinear Systems, John Wiley & Sons Interscience, New York.
15. Silva, W.A., 1991, "A methodology for using nonlinear aerodynamics in aeroservoelasticity analysis and design," AIAA paper 91-1110-CP.

РАДИАЛ ЁРИҚЛИ ҚОВУШҚОҚ- ЭЛАСТИК ЦИЛИНДРДА ГАРМОНИК ТЎЛҚИНЛАР ТАРҚАЛИШИ

Болтаев З.И., Рўзиев Т.Р. Сабирова Р.А.
Бухоро муҳандислик -технология институти

Мақолада радиал ёрикли қовушқоқ- эластик чексиз узун цилиндрда хос тулкинларнинг таркалиши масаласи қаралган. Масала цилиндрик координаталар (r,θ,z) системасида ечилади. Қовушқоқ – эластик цилиндр учидаги бурчаги 360^0 бўлган понанинг лимит ҳолати хисобланган. Навье ва физик муносабатлар ёрдамида олтита хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар системаси олинган. Мураккаб бўлмаган алмаштиришлар ёрдамида комплекс коэффициентнли оддий дифференциал тенгламалар системаси олинган, яъни спектрал масала қўйилган.

Калит сўзлар:цилиндр, спектрал масала, хос тулкин,муҳит, частота, қовушоқлик.

Спектрал масаланинг олиниши [1] ишда келтирилган. Спектрал масала комплекс коэффицентли оддий бир жинсли тегламалар системасини ифода килади. Бу тенгламалар системаси радиал координатага нисбатан олинган биринчи тартибли дифференциалга нисбатан ечилган бўлади. Дифференциал тенгламалар системаси қуйидагича бўлади

$$\begin{cases} w' = \dfrac{\sigma}{k} - \dfrac{\lambda}{k}\left(ku + \dfrac{v}{2r} + \dfrac{w}{r}\right); \\ v' = \dfrac{\tau_\phi}{\mu} + \dfrac{\vartheta}{r} + \dfrac{w}{2r}; \\ u' = \dfrac{\tau_z}{\mu} + kw; \\ \sigma' = -\omega^2 \rho w + \dfrac{\tilde{a}}{r} - \dfrac{\tau_\phi}{2r} - k\tau_z; \\ \tau_\phi' = -\omega^2 \rho \vartheta - \dfrac{2\tau_\phi}{r} + (\sigma + \tilde{a})\dfrac{1}{2r} - k\tilde{b}; \\ \tau_z{}' = -\omega^2 \rho u - \dfrac{\tau_z}{r} - \dfrac{\tilde{b}}{2r} + k\left(\sigma + 2\mu\left(ku - w'\right)\right), \end{cases} \tag{1}$$

бунда $\tilde{a} = 2\mu\left(\dfrac{\vartheta + w}{2r} - w'\right)$; $\tilde{b} = \mu\left(-\dfrac{u}{2r} - k\vartheta\right)$.

Қуйидаги чегаравий шартлар қўйилади:

$$r = r_0 \to 0 \quad \sigma = \tau_\varphi = \tau_z = 0 \quad r = R, \tag{2}$$

Шундай килиб, радиал ёрикли Қовушқоқ - эластик чексиз узун цилиндрда хос тўлқинларнинг таркалиши масаласини ифодаловчи спектрал масала (1) ва (2) кўрилади.

Таъкидлаб утиш лозимки, ёрик учун чегаравий шартлар (2) шундай танланадики, биринчи ўринда r ва φ координаталар буйича ўзгарувчиларни ажратиш усулини қўллашга имкон берсин. Бу эса берилган масалани ўрганишни етарлича соддалаштиради.

Ўзгарувчиларни ажратиш усулини қўллашга имкон берувчи яна қуйидаги чегаравий шартларни олиш мумкин :

$$\varphi = 0;\ \ 2\pi; \quad \sigma_{\varphi\varphi} = 0; \quad u_r = u_z = 0 \tag{3}$$

Демак, қўйилган чегаравий масалани бир хил спектрал масалага олиб келиш мумкинлиги кўрсатиб берилди. Қўйилган (1) ва (2) масаланинг сонли ечимлари Годуновнинг ортогонал прогонка ва Мюллер усуллари ёрдамида ишлаб чикилган алгоритм ва дастур ёрдамида амалга оширилади.

Сонли натижалар олишда ўлчамсиз катталиклардан фойдаланилди. Бунинг учун зичлик, оний Юнг модули, цилиндрнинг ташқи радиусининг кийматлари бирга тенг деб олинди. Пуассон коэффиценти $\nu = 0.35$. Цилиндрнинг Қовушқоқ – эластиклигини ифодаловчи релаксация ядросининг параметрлари эса қуйидагича олинган: $A = 0{,}048;\ \ \beta = 0{,}05;\ \ \alpha = 0{,}1.$ Ишлаб чикилган методика асосида тузилган дастур ердамида олинган сонли натижалар 1- расмда келтирилган. 1- расмда кокушкок - эластик цилиндр учун фаза тезлигини (хакикий ва мавхум кисимларини) C_{R1}, C_{R2} (фаза тезлигининг хакикий кисми) ва C_{I1}, C_{I2} (фаза тезлигининг мавхум кисми) тўлқин сони $к$ –га нисбатан ўзгариш эгри чизиклари радиал ёрикликли Қовушқоқ – эластик цилиндр учун олинган (мос равишда биринчи ва иккинчи модалар). Худди шундай дисперсион муносабатни ифодаловчи эгри чизик ёриксиз ковушқоқ – эластик цилиндр учун олинди, бу 1-расмда C_{R3} ва C_{I3} оркали белгиланган. Охирги эгри чизик Похгаммера и Кри тенгламасидан фойдаланиб олинган

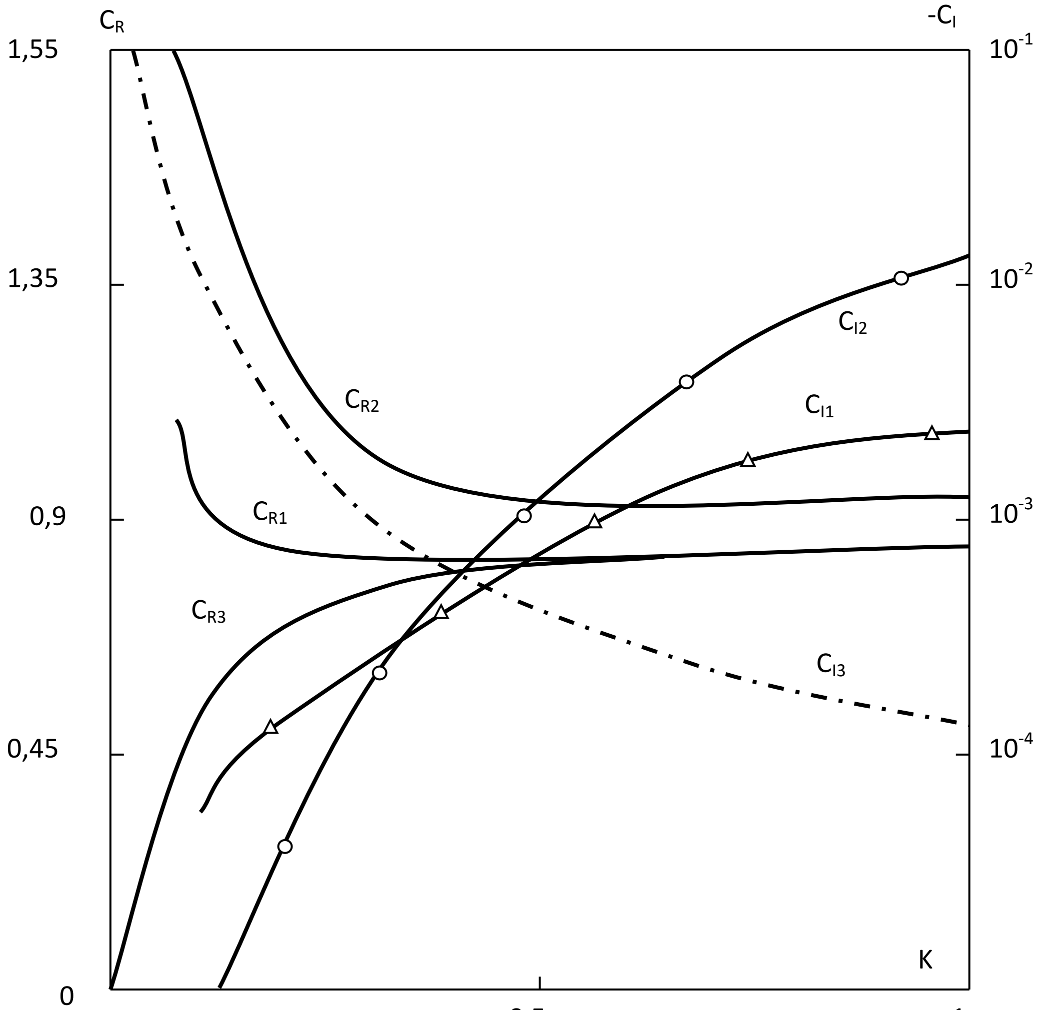
$$4\mu k^2 h' k' J_1(h'a)\left[J_0(k'a)-\frac{J_1(k'a)}{k'a}\right]=\left(2k^2-\frac{\omega^2\rho}{\mu}\right)J_1(k'a)\times$$

$$\times\left\{2\mu h'^2\left[J_0(h'a)-\frac{J_1(h'a)}{h'a}\right]-\frac{\omega^2\rho\lambda}{\lambda+2\mu}J_0(h'a)\right\},$$

бунда

$$h'^2=k_L^2-k^2,\quad k_L^2=\frac{\omega^2}{\tilde{c}_L^2},\quad k'^2=k_S^2-k^2,\quad k_S^2=\frac{\omega}{\tilde{c}_S^2}.$$

$\tilde{c}_L$ ва $\tilde{c}_S$ -қовушкок эластик муҳит учун бўйлама ва кўндаланг тўлкин таркалишини ифодаловчи комплекс катталик. a –цилиндр радиуси. Бу махсус Бессел функциялардан ташкил топган трансцендент тенглама бўлиб хисобланади, Уни ечиб, олинган сонли натижалар ишлаб чикилган алгоритмни тўғри ишлашига баҳо бериш мумкин бўлади.



1- расм . Тулкин фаза тезлигининг хакикий(C_R) ва мавхум кисмларини (-C_I) тўлкин сонига (κ) боғлик ўзгариши.

Бощкача килиб айтганда, қўйилган масала учун тест масала бўлиб хизмат килади.

Олинган натижалар шуни курсатадики, натижалар катта аниклик билан устма –уст (10^{-7}) тушар экан.

Адабиётлар

1.Safarov I.I., Boltaev Z.I., Axmedov M.Sh. Natural Oscillations of Cylindrical Bodies with External Friction on the Boundary. Applied Mathematics, 2015, 6, 629-645 Published Online March 2015 in SciRes. http://www.scirp.org/journal/am

http://dx.doi.org/10.4236/am.2015.63057. P.630-645

2. Сафаров И.И., Болтаев З.И. Распространение гармонических волн в пластинке переменной толщины. Известия высших учебных заведений Поволжский регион. «Физико-математические науки». 2011. №4(20). С. 24-45.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ.

ЧАСТЬ 1.

Ахмедов Ш.Р., Тухтаева Х.Т., Хамроев Н.

БФ ТИИИМСХ, Бухара, Узбекистан

При решении задач прикладного характера в разнообразных разделах физики, механики, техники и других областях возникает необходимость решения нелинейных уравнений с одной переменной. При этом многие уравнения не имеют аналитических решений. Это относится к большинству трансцендентных уравнений. Также доказано, что нельзя построить формулу, по которой можно было бы решить произвольное алгебраические уравнение выше четвертой степени.

Уравнение будем называть *линейным*, *алгебраическим* или *трансцендентным* в зависимости от того, имеет ли оно одно решение, n решений или неопределенное число решений.

Нелинейные уравнения можно разделить на два класса – алгебраические и трансцендентные. *Алгебраическими уравнениями* называют уравнения, содержащие только алгебраические функции (целые, рациональные, иррациональные). Например, многочлен является целой алгебраической функцией. Уравнения, содержащие другие функции (тригонометрические, показательные, логарифмические и другие) называются *трансцендентными*.

Методы решения нелинейных уравнений делятся на две группы:

- точные методы;
- итерационные методы.

Точные методы позволяют записать корни в виде некоторого конечного соотношения (формулы). Из школьного курса алгебры известны такие методы для решения тригонометрических, логарифмических, показательных, а также простейших алгебраических уравнений.

Если алгебраическое или трансцендентное уравнение достаточно сложное, то его корни сравнительно редко удается найти точно. Поэтому большое значение приобретают способы приближенного нахождения корней уравнения и оценки степени их точности. Если точно определить корни уравнения не представляется возможным, для их решения используют *численные итерационные* (*iteration* - повторение) методы с заданной степенью точности.

Далее будут рассмотрены несколько *численных методов* и приведены алгоритмы нахождения корней уравнений.

В общем случае нелинейное уравнение можно записать в виде:

$$F(x) = 0 \qquad (1)$$

где функция *F(x)* - определена и непрерывна на некотором конечном или бесконечном интервале (a,b)

или в виде:

$$f(x)=g(x) \qquad (2)$$

где функции *f(x)* и *g(x)* также определены и непрерывны на интервале (a,b).

Всякое число $\alpha \in (a,b)$, обращающее уравнения (1) или (2) в верные числовые равенства называется *корнем этого уравнения.*

Корни уравнения могут быть действительными и комплексными. В дальнейшем будет идти речь только о вычислении действительных корней.

Решить уравнение *численно* значит:

1) установить, имеет ли оно действительные корни;

2) отделить эти корни (то есть на числовой оси найти достаточно тесные промежутки, называемые *интервалами изоляции корня*, содержащие только один корень данного уравнения);

3) *уточнить отделенные корни*, т.е. найти значения корней с заданной степенью точности ε.

Последнее означает следующее.

Пусть x^* - точный корень уравнения и $x^* \in (a,b)$, то есть $a < x^* < b$. Если $(b-a) \le \varepsilon$, тогда числа a и b могут рассматриваться как приближенные значения корня x^* соответственно с недостатком и с избытком с точностью до ε, так как $\left|x^* - a\right| < b - a \le \varepsilon$ и $\left|x^* - b\right| < b - a \le \varepsilon$.

Любое число, содержащееся между a и b, можно принять за приближенное значение корня x^* с точностью до ε.

Графические методы решения уравнений

Пусть дано уравнение *F (x)* = 0. Построим график функции *F (x).* Абсциссы точек пересечения графика с осью *Ox* и являются корнями уравнения.

Иногда для графического решения уравнения удобнее записать его в виде $\varphi(x) = g(x)$ и построить графики функций: $y=\varphi(x)$ и $y = g(x)$. Абсциссы точек пересечения этих графиков и являются корнями уравнения *F (x)* = 0 (рис. 1).

Однако этот метод позволяет получить лишь грубо приближенные значения корней уравнения. Для получения значений корней с большей точностью применяются численные методы. Однако, графический метод очень удобен, так как он позволяет найти корни с точностью, достаточной для решения многих практических задач, а также достаточно нагляден, прост и доступен.

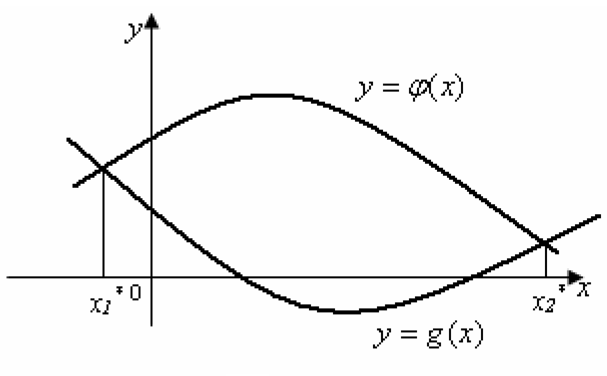


Рис. 1

Численные методы решения уравнений

Наиболее распространенными на практике численными методами решения уравнения (1) являются: метод половинного деления, метод хорд, метод касательных, метод простой итерации и т.д.

Процесс численного решения уравнений разбивается на три этапа:

1. Отделение корней уравнения. Этот процесс можно сделать как графически, так и аналитически. Важно найти такие отрезки, которые бы содержали по одному корню уравнения (1).

2. Выбор метода решения и преобразование уравнения к виду, удобному для применения данного метода.

3. Уточнение корней с заданной точностью при помощи выбранного численного метода.

Отделение корней

Говорят, что корень x^* уравнения (1), отделен на отрезке $[a;b]$, если он содержится в данном отрезке, и если на этом отрезке других корней нет.

Провести полное отделение всех корней уравнения – значит разбить всю область допустимых значений на интервалы (или на отрезки), в каждом из которых содержится ровно по одному корню (или не содержится ни одного корня).

Отделение корней обычно начинают проводить графически. Для этого строят графики функций, получают интервалы, в которых находятся корни уравнения. Это предположение

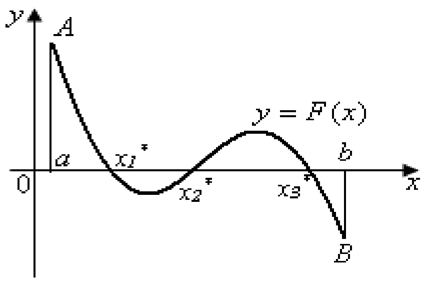


Рис.2

затем проверяют аналитически, пользуясь следующим свойством непрерывной функции *F(x)*: если функция $F(x)$ непрерывна на интервале $[a;b]$ и на его концах имеет разные знаки ($F(a)\cdot F(b)<0.$), то между точками a и b имеется хотя бы один корень уравнения $F(x)=0$.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ. ЧАСТЬ 2.

Ахмедов Ш.Р., Жураев Т., Турсунов И.
БФ ТИИИМСХ, Бухара, Узбекистан

При этом корней может оказаться и несколько, как показано на рис. 1.

Для того, чтобы на интервале существовал только один корень, должно выполняться следующее свойство: если функция $F(x)$ *непрерывна* и *монотонна* на отрезке $[a;b]$ и принимает на концах отрезка значения разных знаков, то внутри отрезка $[a;b]$ содержится корень уравнения $F(x)=0$ и этот корень единственный (рис. 1, a, b).

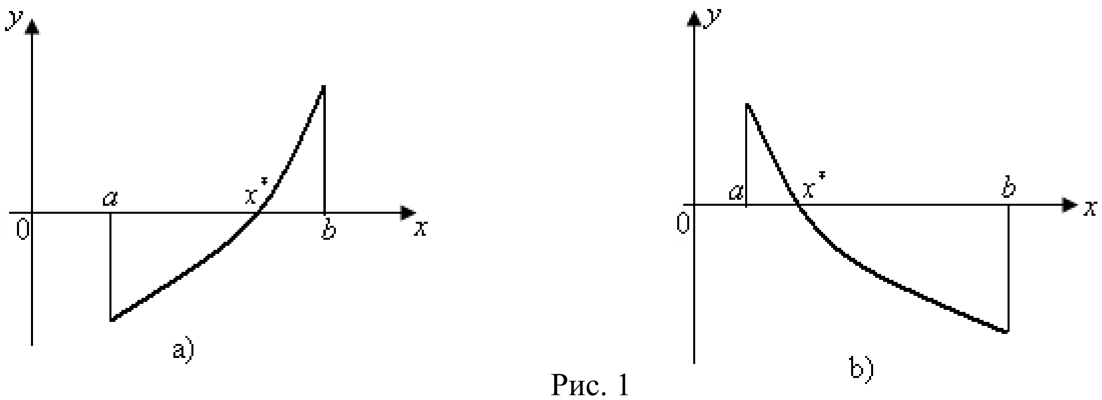


Рис. 1

Рис. 1. Расположение корней уравнения.

Пример. Отделить графически *положительные* корни уравнения

$$e^{0,3x} - 2\sin(2x) = 0 \qquad (3)$$

Решение: Найдем приближенные значения корней уравнения графически. Для этого удобно представить уравнение в следующем виде:

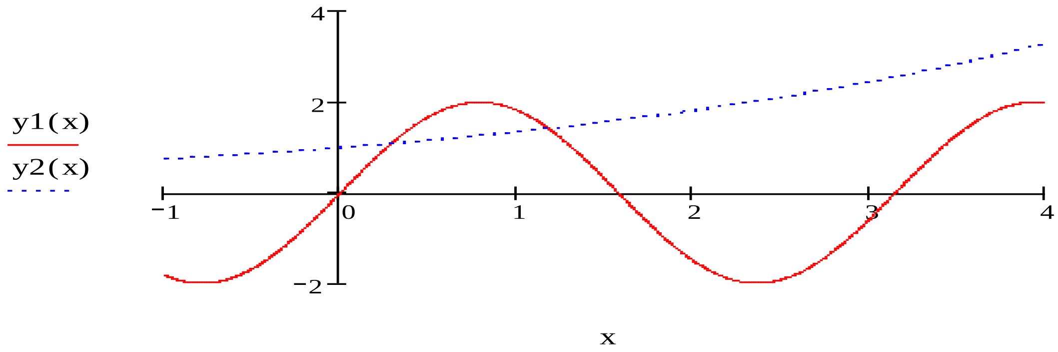
$$e^{0,3x} = 2\sin(2x).$$

Решением данного уравнения будет являться абсцисса x точки пересечения графиков следующих функций:

$$y_1(x) = 2\sin(2x);$$
$$y_2(x) = e^{0,3x}$$

$y1(x) := 2\cdot\sin(2\cdot x)$

$y2(x) := \exp(0.3\cdot x)$



Из рисунка видно, что графики функций $y_1(x)$ и $y_2(x)$ пересекаются в двух точках A и B, абсциссы которых положительны и лежат соответственно в промежутках $\left[0;\frac{\pi}{4}\right]$ и $\left[\frac{\pi}{4};\frac{\pi}{2}\right]$. Следовательно, уравнение имеет два положительных корня x_1 и x_2, которые лежат в промежутках $\left[0;\frac{\pi}{4}\right]$ и $\left[\frac{\pi}{4};\frac{\pi}{2}\right]$.

Примечание: Графики функций можно строить с помощью компьютера, например, в электронных таблицах Excel или в свободно распространяемой системе компьютерной математики Scilab.[1]

Пример 2: Отделить аналитически корни уравнения

$$x^3 - 3x^2 + 11x + 1 = 0 \qquad (4)$$

Решение: Для аналитического отделения корней найдем производную функции

$$f(x) = x^3 - 3x^2 + 11x + 1$$

Производная этой функции

$$f'(x) = 3x^2 - 6x + 11$$

ни в одной точке не обращается в нуль, т.к. $D = 36 - 4*3*11 < 0$, поэтому для всех x из области определения значение производной больше нуля $f'(x)>0$, следовательно, функция f везде возрастает, и уравнение (4) может иметь один корень.

Составим таблицу:

x	$-\infty$	-1	0	$+\infty$
sign f(x) (знак функции)	-	-	+	+

[1] Scilab – свободно распространяемая программа, а значит бесплатная для конечного пользователя. Последнюю версию пакета всегда можно скачать на официальном сайте www.scilab.org. Существуют русскоязычные сайты, посвященные пакету Scilab: http://scilab.land.ru, http://teacher.dn-ua.com

Из таблицы видно, что *f(-1)f(0) < 0*, поэтому уравнение (4) имеет один корень, лежащий в интервале [-1;0].

Уточнение корней уравнения методом половинного деления (дихотомии).

Метод половинного деления осуществляется на практике следующим образом. Пусть корень уравнения отделен - выбран интервал изоляции $[a;b]$ (рис. 4). Примем за первое приближение корня точку c, которая является серединой отрезка $[a;b]$.

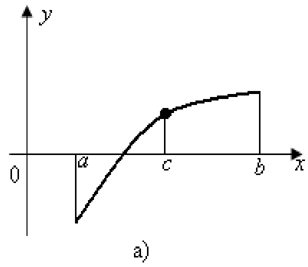


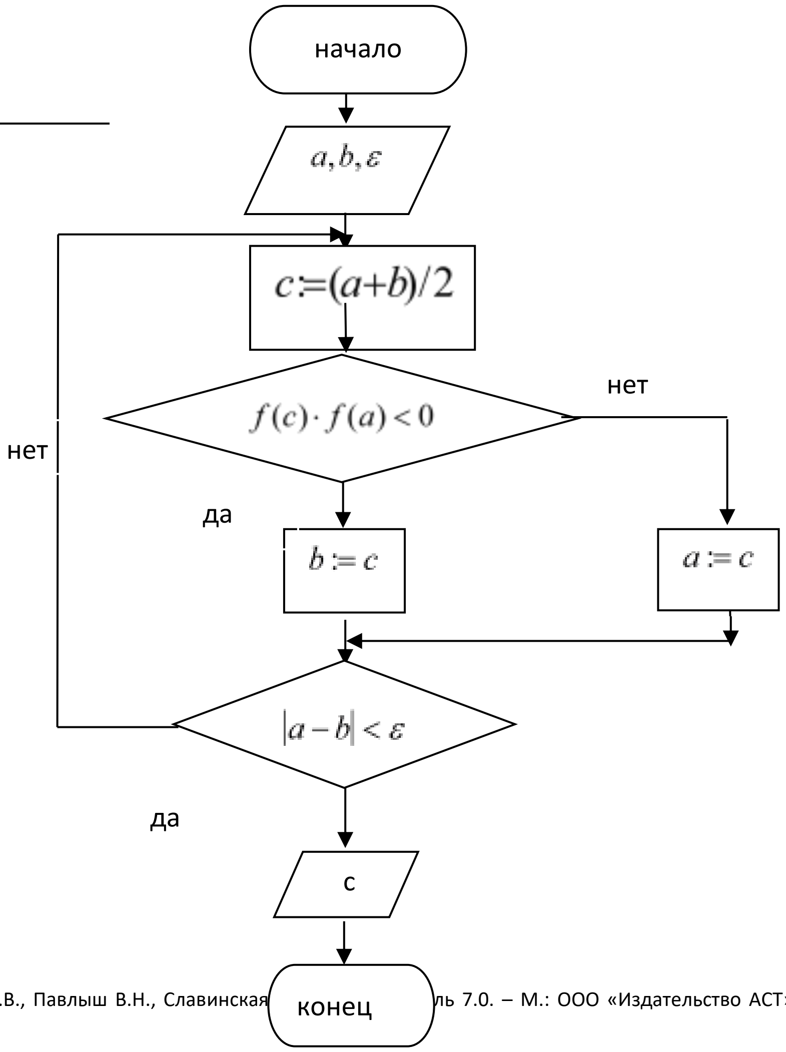
Рис. 4

Далее будем действовать по следующему алгоритму:

1. находим точку $c = (a+b)/2$;
2. находим значение $f(c)$;
3. Если $f(a) \cdot f(c) < 0$, то корень лежит на интервале $[a;c]$, в других случаях он находится на интервале $[c;b]$;
4. Если величина интервала $\leq \varepsilon$, то найден корень с точностью ε, иначе возвращаемся к пункту 1.

Блок-схема алгоритма решения уравнения методом половинного деления приведена на рис. 5.[2]

Метод половинного деления практически неудобен для вычисления корня ручным способом, требуется выполнение большого объёма вычислительной работы, но алгоритм решения уравнения этим методом прост и легко реализуется с помощью ЭВМ.



[2] Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В., Павлыш В.Н., Славинская ль 7.0. – М.: ООО «Издательство АСТ»: Издательство «НТ Пресс», 2004. – 270 с.

Рис. 5 Алгоритм решения уравнения методом половинного деления (дихотомии)

Пример 3: Уточнить корень уравнения $x^3 - 3x^2 + 11x + 1 = 0$, который находится на отрезке [-1;0] (см. пример 2) методом половинного деления с точностью до 0,001.

Решение: Рассмотрим функцию $f(x) = x^3 - 3x^2 + 11x + 1$.

Так как корень уравнения находится на отрезке $[-1;0]$, то примем $a=-1$ и $b=0$. Тогда

$c = (-1+0)/2 = -0,5$.

Если $f(c) = 0$, то c – корень уравнения (4), если $f(c) \neq 0$, то найдём знаки произведений $f(a) \cdot f(c)$ и $f(c) \cdot f(b)$:

$f(a)=f(-1)=(-1)^3 -3*(-1)^2 + 11*(-1) + 1 = -14;$

$f(b)=f(0)=0^3 -3*0^2 + 11*0 + 1 = 1;$

$f(c)=f(-0,5)=(-0,5)^3 -3*(-0,5)^2 + 11*(-0,5) + 1 = -5,375;$

$$f(a) \cdot f(c) = 75,25; \quad f(c) \cdot f(b) = -5,375.$$

Т.к. $f(c) \cdot f(b) < 0$, то корень уравнения (4) находится на отрезке

$[c;b] = [-0,5;0]$.

2. Т.к. корень уравнения находится на отрезке $[-0,5;0]$, то примем $a_1=-0,5$ и $b_1=0$. Тогда $c_1 = (-0,5+0)/2 = -0,25$.

Если $f(c_1) = 0$, то c_1 – корень уравнения (4), если $f(c_1) \neq 0$, то найдём знаки произведений $f(a_1) \cdot f(c_1)$ и $f(c_1) \cdot f(b_1)$:

$f(a_1)=f(-0,5)= -5,375;$

$f(b_1)=f(0)= 1;$

$f(c_1)=f(-0,25)=(-0,25)^3 -3*(-0,25)^2 + 11*(-0,25) + 1 = -1,9531;$

$$f(a_1) \cdot f(c_1) = 10,498; \quad f(c_1) \cdot f(b_1) = -1,9531.$$

Т.к. $f(c_1) \cdot f(b_1) < 0$, то корень уравнения (4) находится на отрезке $[c_1;b_1]=[-0,25;0]$.

И так далее, путем деления отрезка пополам всё более уточняем корень. На каждом n-ом шаге используем формулы для вычислений (см. рис.5 алгоритм решения уравнения методом половинного деления).

Вычисления можно выполнять путем составления программы на любом языке программирования, в электронных таблицах Excel или в системе Scilab. Если выполнять вычисления в электронных таблицах, то вычисления удобно представлять в виде таблицы:

№ шага	a	b	c	f(a)	f(b)	f(c)	f(a)f(c)	F(c)(b)	e
0	-1	0	-0,5	-14	1	-5,375	75,25	-5,375	1
1	-0,5	0	-0,25	-5,375	1	-1,9531	10,4980	-1,9531	0,5
2	-0,25	0	-0,125	-1,95313	1	-0,4238	0,8278	-0,4238	0,25
3	-0,125	0	-0,0625	-0,42383	1	0,3005	-0,1274	0,3005	0,125
4	-0,125	-0,0625	-0,0938	-0,4238	0,3005	-0,0584	0,0248	-0,0176	0,0625
5	-0,0938	-0,0625	-0,0781	-0,0584	0,3005	0,1218	-0,0071	0,0366	0,03125
6	-0,0938	-0,0781	-0,0859	-0,0584	0,1218	0,0319	-0,0019	0,0039	0,015625

7	-0,0938	-0,0859	-0,0898	-0,0584	0,0319	-0,0132	0,0008	-0,0004	0,007813
8	-0,0898	-0,0859	-0,0879	-0,0132	0,0319	0,0093	-0,0001	0,0003	0,003906
9	-0,0898	-0,0879	-0,0889	-0,0132	0,0093	-0,0019	0,00003	-0,00002	0,001953
10	-0,0889	-0,0879	-0,0884						0,000977

Когда в последнем столбце будет стоять требуемая точность, то ответ будет находиться в столбце «c».

Ответ: $x \approx -0,088 \pm 0,001$

Существует ещё множество методов решения уравнений: метод хорд, метод касательных, комбинированный метод хорд и касательных, метод простой итерации (*iteration* – повторение, лат.), метод секущих и т.д.

Но и рассмотренный метод позволяет получить решение большого класса уравнений с заданной точностью.

Определение гидродинамического давления на оболочку, вызванную потоком жидкости

[1]Ахмедов М.Ш., [2]Шарипова Л.Ш.
1.Бухарский инженерно-технологический институт
2. Студент факультета естественных наук.гр 2-2 ЭКО. БГУ

Одним из основных факторов, определяющих решение динамических задач для трубопроводов с протекающей жидкостью является гидродинамическое давление жидкости на стенку трубы. При решении этих задач в рамках стержневой теории [1,2,3,4,5] для прямолинейных и криволинейных участков трубопровода гидродинамическое давление на стенку недеформирующейся трубы без особых трудностей определяется по известным составляющим вектора скорости жидкости. Динамические задачи для тонкостенных труб большого диаметра решаются на основании теории оболочек с деформирующейся срединной поверхностью, и здесь, для определения гидродинамического давления используются методы гидро- и аэродинамики.

В данной работе излагается решение задачи определения гидродинамического давления жидкости на стенку криволинейного участка трубопровода. Криволинейный участок трубопровода рассматривается в виде тороидальной оболочки с радиусом линии поперечного сечения r, внутри которой протекает со скоростью $U = const$ идеальная несжимаемая жидкость плотностью $p_0 = const$. Область, ограниченная тороидальной полностью заполненная жидкостью, рассматривается в тороидальных координатах α, β, θ где $0 \le \alpha \le r$ - радиальная координата в плоскости поперечного сечения тора (рис.2.1), $0 \le \beta \le \beta_0$ и $-\pi \le \theta \le \pi$. Коэффициенты Ламе в координатных поверхностных, при $\alpha = const$, имеют вид [4]:

$$H_\alpha = H_\beta = \frac{c}{ch\alpha - \cos\beta}, \qquad H_\theta = \frac{csh\alpha}{ch\alpha - \cos\beta}, \tag{1}$$

где c - масштабный множитель. Поле скоростей идеальной несжимаемой жидкости в процессе колебаний оболочки является безвихревым потенциальным полем с потенциалом $\varphi = \varphi(\alpha, \beta, \theta, t)$. Система основных уравнений потенциального течения идеальной несжимаемой жидкости включает в себя [5]:

-уравнение неразрывности (Лапласа) $\nabla^2\varphi = 0$, (2)

-уравнение движения (Эйлера) $\dfrac{\partial\varphi}{\partial t} + Q(p) = 0,$ (3)

- уравнение состояния $p_0 = const,$ (4)

где $Q(p)$ - единая в потоке жидкости функция давления, определяемая при $p_0 = const$ равенством

$$Q(p) = \frac{1}{p_0}(p - p_0), \tag{5}$$

где p и p_0 - гидродинамическое и гидростатическое давления, соответственно. Из (1) – (5) устанавливается связь между гидродинамическим давлением p и потенциалом возмущенных скоростей φ:

$$p = p_0 - p_0\left(\frac{\partial\varphi}{\partial t} + \frac{U}{R}\frac{\partial\varphi}{\partial\beta}\right) \ . \tag{6}$$

Рассматривая вектор скорости потока жидкости $\overline{U}$ в тороидальных координатах, запишем выражения для его составляющих по α,β,θ:

$$U_\alpha = \frac{1}{H_\alpha}\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha}, \qquad U_\beta = \frac{1}{H_\beta}\frac{\partial\varphi}{\partial\beta}, \qquad U_\theta = \frac{1}{H_\theta}\frac{\partial\varphi}{\partial\theta} \ . \tag{7}$$

Для составляющей вектора скорости U_α, направленной по нормали к деформированной поверхности оболочки, должно выполняться условие плавного обтекания этой поверхности потоком жидкости [1,6]:

$$U_\alpha\Big|_{\alpha=r} = \frac{1}{H_a}\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha}\Big|_{\alpha=r} = -r\left(\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{U}{H_\beta}\frac{\partial w}{\partial\beta}\right)\Big\|_{a=r}, \tag{8}$$

где w - отнесенная к радиусу r безразмерная составляющая перемещения точек срединной поверхности оболочки.

Уравнение Лапласа (2) в тороидальной системе координат α,β и θ имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{\sin\alpha}{ch\alpha - \cos\beta\partial\alpha}\right) + \frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{\sin\alpha}{ch\alpha - \cos\beta}\frac{\partial\varphi}{\partial\beta}\right) + \frac{1}{(ch\alpha - \cos\beta)sh\alpha}\frac{\partial^2\varphi}{\partial\theta^2} = 0 \ . \tag{9}$$

В результате разделения переменных, после подстановки

$$\varphi = (2ch\alpha - 2\cos\beta)^{1/2}\psi \tag{10}$$

и представления неизвестной функции $\psi(\alpha,\beta,\theta,t)$ в виде:

$$\psi = A(\alpha)B(\beta)C(\theta)\Phi(t) \tag{11}$$

получим из (9) известное уравнение тора:

$$A''_\alpha + \frac{ch\alpha}{sh\alpha}A'_\alpha - \left[\left(n - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{\mu^2}{sh^2\alpha}\right]A = 0 \ , \tag{12}$$

где $\mu = const, n = const$. Общее решение уравнения тора (12) определяется линейно независимой комбинацией функций тора $P_{n-\frac{1}{2}}(ch\alpha)$ и $Q_{n-\frac{1}{2}}(ch\alpha)$, представляющих собой один из видов функций Лежандра 1-го и 2-го рода:

$$A(\alpha) = A_1 P_{n-\frac{1}{2}}(ch\alpha) + A_2 Q_{n-\frac{1}{2}}(ch\alpha). \tag{13}$$

Учитывая, что в поставленной задаче рассматривается область, ограниченная поверхностью тора координатой α, изменяющейся в пределах $0 \le \alpha \le r$, и что при $\alpha \to 0$ функция Лежандра 2-го рода $Q_{n-\frac{1}{2}}(chr) \to \infty$, в решении (13) следует положить $A_2 = 0$. Поэтому решение уравнения тора (12) будет выражено только через функцию Лежандра 1-го рода:

$$A(\alpha) = A_1 P_{n-\frac{1}{2}}(ch\alpha), \tag{14}$$

и решение уравнения Лапласа (2) с учетом (11), (12) и (14) будет иметь вид:

$$\varphi(\alpha,\beta,\theta,t) = (2ch\alpha - 2\cos\beta)^{1/2} P_{n-\frac{1}{2}}(ch\alpha) A_1 \zeta(\beta,\theta,t) \ . \tag{15}$$

Произведение $A_1\zeta(\beta,\theta,t)$ найдем из (13), взяв частную производную $\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha}\right)$. Подставив затем значение этого произведения в (15), получим выражение для потенциала скоростей:

$$\varphi = -\frac{rH_\alpha\left(\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{U}{H_\beta}\frac{\partial w}{\partial\beta}\right)B^{1/2}P_{n-\frac{1}{2}}(chr)}{B^{-1/2}shrP_{n-\frac{1}{2}}(chr) - B^{1/2}P'_{n-\frac{1}{2}}(chr)} \ , \tag{16}$$

где $B = 2(chr - \cos\beta)$. Гидродинамическое давление протекающей жидкости на стенку оболочки найдем из (6), пренебрегая малыми 2-го порядка, возникающими при вычислении частной производной функции φ по β:

$$p = p_0 - p_0 rH_\alpha \Phi_n\left[\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{H_\beta}\right)\frac{\partial^2 w}{\partial\beta\partial t}U + \frac{U^2}{RH_\beta}\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2}\right], \tag{17}$$

где обозначено

$$\Phi_n = -\left(\frac{shr}{B} + \frac{P'_{n-\frac{1}{2}}(chr)}{P_{n-\frac{1}{2}}(chr)}\right)^{-1}$$

В формуле (17) для гидродинамического давления выражение в скобках по аналогии с цилиндрической следует считать приведенным ускорением (с учетом скорости U) элемента оболочки, а величину $p_0\Phi_n$, зависящую от плотности p_0, рассматривать как присоединенную массу жидкости.

Литература

1. Ильгамов М.А. Колебания упругих оболочек, содержащих жидкость и газ.- М.: Наука,1969,-184 с.
2. Ильин В.П., Евстифеева О.В. Уравнение Матье для криволинейной трубы с пульсирующим потоком жидкости// Исслед. по механике строит. конструкций и материалов. Межвуз. тематический сборник трудов. Спбинж.-строит.институт.1993.с.14-16.
3. Каюмов С.С., Сафаров И.И. Распространение и дифракция волн в диссипативно – неоднородных цилиндрических деформируемых механических системах. Ташкент, Фан, 2004. -214 с.
4. Крауклис П.В., Крауклис Л.А. Волновое поле точечного источника в скважине. В кн. Вопросы динамической теории распространения сейсмических волн. Вып. 16.Л.:Наука. 1976.-с.41-53
5. Муштари Х.М., Галимов К.З. Нелинейная теория упругих оболочек. – Казань: Таткнигоиздат.1957.-471 с

6. Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях. Ташкент: Фан, 1992.-252с.

КОЛЕБАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК В УПРУГОЙ СРЕДЕ

Баракаев Дилшод Умедович
Бух ИТИ

Аннотация. В настоящей работе рассматривается собственные линейные колебания цилиндрических оболочек в безграничной упругой среде. Получено частотное уравнение, которое решается методам Мюллера. Проводится анализ численных результатов.

Введение. Идеальное упругое тело не имеет потерь. Такое тело характеризуется линейной однозначной связью между напряжением и деформацией в течении всего периода переменного напряжения [1,2]. Отсюда следует, что напряжение и деформация всегда находятся в фазе. Диссипация энергии упругой волны будет происходить в том случае, если напряжение и деформация не связаны однозначной зависимостью в течение периода колебаний. Отсутствие такой однозначной зависимости между напряжением и деформацией возникает, когда в уравнении, связывающей напряжение и деформацию, появляются временные производные напряжения и (или) деформации. Даже если уравнение линейно относительно напряжений и деформаций, наличие временных производных всегда связано с диссипацией. В результате при переменном напряжении возникает эффект гистерезиса.

Постановка задачи.

В случае достаточно протяженной цилиндрической оболочки и окружающей ее среды задача сводится к плоской задаче динамической теории упругости. В предположении обобщенного плоско деформированного состояния уравнения движения окружающей среды, в потенциалах смешения φ и ψ, имеют вид [1]

$$\nabla^2\varphi=\frac{1}{C_\alpha^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}\ ;\ \nabla^2\psi=\frac{1}{C_\beta^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\ ,\tag{1}$$

где C_α -скорость продольных волн; C_β -скорость поперечных волн.

Уравнения движения цилиндрических оболочек, в плоской постановке, имеют вид:

$$\begin{gathered}\frac{\partial^2 u}{\partial\theta^2}+\frac{\partial W}{\partial\theta}=-\frac{R^2}{B}x_1\\ \frac{\partial u}{\partial\theta}+b^2\left(\frac{\partial^4 W}{\partial\theta^4}+2\frac{\partial^2 V}{\partial\theta^2}+W\right)+W=\frac{R^2}{B}x_2\end{gathered}\ ,\tag{2}$$

где u и W - соответственно продольное и поперечное перемещения;

$$x_1=-\sigma_{r\theta}\Big|_{r=R}-\rho_o h_o\frac{\partial^2 u}{\partial t^2};\quad x_2=-\sigma_{rr}\Big|_{r=R}-\rho_o h_o\frac{\partial^2 W}{\partial t^2};\ b^2=\frac{h_o^2}{12R^2},\quad B=\frac{E_o h_o}{1-\nu_o^2}.$$

R-радиус оболочки, ρ_0-плотность оболочки, ν_0 - коэффициент Пуассона оболочки, h_o-толщина оболочки, E_0-модуль упругости оболочки, σ_{rr} и $\sigma_{r\theta}$ -нормальные и касательные составляющие реакции со стороны окружающей среды.

Контакт между оболочкой и окружающей средой может быть жестким или скользящим:

$$u\Big|_{r=R}=u_\theta\Big|_{r=R},\ W\Big|_{r=R}=u_r\Big|_{r=R}\tag{3a}$$

$$\sigma_{r\theta}\Big|_{r=n}=\begin{cases}o, & \textit{для скользящего контакта;}\\ q, & \textit{для жесткого контакта;}\end{cases}$$

При собственных колебаниях в бесконечности ставятся укороченные условия Зоммерфельда [2], т.е.

$$\lim_{r\to x}\sqrt{r}\left(\sqrt{\frac{\partial\varphi}{\partial r}}+iK_1\varphi\right)=0 \quad , \quad \lim_{r\to x}\sqrt{r}\left(\sqrt{\frac{\partial\psi}{\partial r}}+iK_2\psi\right)=0 \cdot \qquad (3б)$$

Метод решения.

Решение системы дифференциальных уравнений (1) и (2) ищется в виде

$$\begin{pmatrix} V \\ W \\ \psi \\ \varphi \end{pmatrix} = \sum_{n=o}^{\infty} \begin{pmatrix} V_n(R) \\ W_n(R) \\ \Psi_n(r) \\ \Phi_n(r) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sin n\theta \\ \cos n\theta \\ \sin n\theta \\ \cos n\theta \end{pmatrix} . e^{-i\omega t}$$

,

которые на потенциалах перемещений удовлетворяют уравнениям Гельмгольца:

$$\nabla^2\Phi_n + K_1^2\Phi_n = 0,\ \nabla^2\Psi_n + K_2^2\Psi_n = 0 \quad K_i^2 = \frac{\omega^2}{c_i^2},\ (i=1,2),\ C_1^2 = C_\alpha^2 = (\lambda_c + 2\mu_c)/\rho_c, C_2^2 = C_\beta^2 = \mu_c/\rho_c. \qquad (4)$$

где ω-частота; K_i -число волн; μ_c и λ_c – коэффициенты Ламе; ρ_c-плотность и t-время.

Функции $\Phi_n(r)$ и $\Psi_n(r)$ в цилиндрических координатах выражаются через функции Ханкеля первого и второго рода n-го порядка:

$$\phi_n = A_{n1}H_n^{(1)}(K_1 r) + B_{n1}H_{n2}^{(2)}(K_1 r), \psi_n = A_{n2}H_n^{(1)}(K_2 r) + B_{n2}H_{n2}^{(2)}(K_2 r), \qquad (5)$$

где A_{ni} и B_{ni} - произвольные постоянные которые определяется из граничных условий (3), $H_n^{(1)}(K_i r),\ H_n^{(2)}(K_i r)$ – функции Ханкеля 1-го и 2-го рода n-го порядка.

В качестве первого примера рассмотрим собственные колебания цилиндрического отверстия, находящегося в упругой среде. На границе r=R поставим условие свободное от напряжений, т.е.

$$\sigma_{rr}\big|_{r=a} = \sigma_{r\theta}\big|_{r=a} = 0\ . \qquad (6)$$

Подставив (5) в (6), получим частотное уравнение

$$Z_{1n}X_{2n} + Z_{2n}x_{1n} = 0\ ,$$

где

$$X_{1n} = \Omega_0 H_{n+1}^{(1)}(\Omega_o) + (a_{n2}^1 - d_1\Omega_0^2)H_o^{(1)}(\Omega_o);$$

$$X_{2n} = n[(n-1)H_n^{(1)}(\Omega_1) - \Omega_1 H_{n+1}^{(1)}(\Omega_1)];$$

$$Z_{1n} = n[(1-n)H_n^{(1)}(\Omega_o) - \Omega_o H_{n+1}^{(1)}(\Omega_o)];\ Z_{2n} = (a_{n2}^1 - \Omega_1^2/2)H_n^{(1)}(\Omega_1) + \Omega_1 H_{n+1}^{(1)}(\Omega_1);$$

$$d_1 = (1-\nu_1)/(1-2\nu_1);\ a_{n2} = n^2;\ a_{n2}^1 = n^2 - n;\quad \Omega_o = \Omega_1 L_1;\quad l_1 = (1-2\nu_1)/(2(1-\nu_1));\ \Omega_1 = \omega a / C_{p1}\ .$$

Решение волнового уравнения (1) принимает следующий вид

$$\begin{pmatrix} \phi \\ \psi \end{pmatrix} = \sum_{n=0}^{\infty} \begin{pmatrix} A_{n1}H_n^{(1)}(K_1 r) + B_{n1}H_n^{(2)}(K_1 r) \\ A_{n2}H_n^{(1)}(K_2 r) + B_{n2}H_n^{(2)}(K_2 r) \end{pmatrix}. \qquad (7)$$

Из граничных условия (6) (вторые члени (7) описывают сходящую волну, поэтому $B_{n1} = B_{n2}$ =0) получим систему алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами

[D]{q}=0,

где {q}={A_n ,C_n}-вектор столбец произвольных постоянных ; [c]-квадратная матрица, элементы которых выражаются через функции Ханкеля первого рода *n*-го порядка. Для того, чтобы система алгебраических уравнений имела нетривиальное решение необходимо и достаточно:

$$D_\rho = xH_{\rho-1}\left[(\rho^2-1)yH_{\rho-1}(y)-(\rho^3-\rho+y^2/2)H_\rho(y)\right]-H_\rho(x)\left[(\rho^3-\rho+y^2/2)yH_{\rho-1}(y)-(\rho^2+\rho-y^2/4)y^2H_\rho(y)\right], \quad (8)$$

где $X = \omega a(p/(\lambda_c+2\mu_c))^{1/2}; y = \omega a(\rho/\mu_c)^{1/2}.$

Уравнение (8) после некоторых преобразований можно писать в следующим виде

$(\rho^2-1)F(x)F(y)-(y^2/2)F(x)+F(y)+\rho^2-(\rho^2-y^2/2)^2=0,$ где

$F(x) = xH^1_\rho(x)/H_\rho(x), \quad \rho = 1,2,3.......$

.

Частотное уравнение (8) решается численно, т.е. методом Мюллера. Результаты расчетов $\rho \geq 0$ $(v_1 = 0,25)$ собственных колебаний приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, с увеличением числа волн по окружности соответствующие комплексные частоты возрастают. Комплексные частоты состоят из двух частей, реальные ($\mathrm{Re}\,\Omega$) и мнимые части ($\mathrm{Im}\,\Omega$) которые означают собственные частоты и коэффициенты демпфирования. Частотное уравнения (8) зависит только от параметра ν (коэффициент Пуассона). С увеличением коэффициент Пуассона в пределах $0 \leq \nu \leq 0.4$ реальные и мнимые части комплексной частоты изменяются до 27%. При ν_1=0,5 среда становится несжимаемой, затухания, естественно, отсутствуют.

Таблица 1

Зависимость комплексных собственных частот цилиндрического отверстия.

	n=0	n=I	n=2	n=3
	0,4529D+00 -i0,47651D+00	0,10927D+01 -i0,76538D+00	0,19075D+01 -i0,89782D+00	0,27565D+01 -i0,99155D+00
			0,28621D+00 -i0,17852D+00	0,72325D+01 -i0,32283D+01
			0,404607D+00 -i0,178552D+00	0,12307D+00 -i0,22283D+00

Существование мнимого значения собственной частоты означает, что колебательные процессы в системе только затухающие. Мнимые собственные частоты оказывается, зависят от продольной и поперечной скорости, а также радиуса отверстия. Существование дискретной частоты играет важную роль, для расчета подземных трубопроводов, находящихся в грунтовой среде. Полученные численные результаты представлены в виде таблиц и рисунков. Появление дополнительной свободной поверхности в основном сгущает и на 10-16% снижает собственное значение частоты. Существование собственной частоты означает, что вблизи свободной поверхности цилиндрического отверстия могут быт волны Рэлея.

Таким образом, согласно (8) при $p \to 0$ действительная часть комплексной частоты не существует.

Выводы

Предложена постановка задачи о собственных колебаниях цилиндрических тел, находящихся в деформируемой среде. Задача сводится к нахождению тех частот $\Omega = \Omega_R + i\Omega_i$ (Ω_R - реальная и Ω_i - мнимые части комплексных собственных частот), при которых система уравнений движения и укороченные условия излучения имеют ненулевое решение в классе бесконечно дифференцируемых функций. Показано, что задача имеет дискретный спектр.

Литература

1. *Авлиякулов Н.Н., Сафаров И.И.* Современные задачи статики и динамики подземных трубопроводов. Ташкент, Fan va texnologiya. 2007. 306 с.

2. *Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И.* Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. Новосибирск: Изд. СО РАН. 1996.189 с.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ ВОЛН В ПАНЕЛИ С ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНОЙ

Баракаев Дилшод Умедович
Бух ИТИ

Рассматривается деформируемая бесконечная цилиндрическая оболочка толщиной *h*, плотности *ρ,* с модулем Юнга *E*, коэффициентом Пуассона *ν* и вязкоупругими свойствами материала. В криволинейной ортогональной системе координат (α_1 ; α_2 ; z) при z = 0 оболочка занимает область

$$-\infty < \alpha_1 < +\infty; \quad 0 < \alpha_2 < l; \quad -\frac{h}{2} < z < \frac{h}{2}.$$

Кривизны срединной поверхности z=0 равны: $k_1 = 0; k_2 = \frac{1}{R}$ соответственно. В рамках гипотез Кирхгофа – Лява закон изменения компонент вектора перемещений $u_1^{(z)}$, $u_2^{(z)}$, $w^{(z)}$ оболочки определяются следующими соотношениями [1,2]

$$u_1^{(z)} = u - \theta_1 z; \quad u_2^{(z)} = v - \theta_2 z; \quad u_3^{(z)} = w, \tag{1}$$

где *u, v, w* – компоненты вектора перемещений срединной поверхности; θ_1, θ_2 - углы поворота нормали относительно осей α_1 и α_2. Для вывода уравнений оболочки, использовался принцип возможных перемещений. В свою очередь, усилия и моменты связаны с компонентами деформации, определяющимися соотношениями, вытекающими из обобщенного закона Гука:

$$T_1 = \tilde{c}(\varepsilon_1 + \nu\varepsilon_2), M_1 = \tilde{D}(x_1 - \nu x_2), \ S = \tilde{A}\varepsilon_{12}; N = \tilde{B}\tau$$

где

$$\tilde{c} = \frac{\tilde{E}h}{1-\nu^2}; \quad \tilde{D} = \frac{\tilde{E}h^3}{12(1-\nu^2)}; \ A = \frac{\tilde{E}h}{2(1+\nu)}; \quad \tilde{B} = \frac{\tilde{E}h^3}{12(1+\nu)},$$

Е – операторный модуль упругости, который имеет вид:

$$\tilde{E}\varphi(t) = E_{01}\left[\varphi(t) - \int_{-\infty}^{t} R_E(t-\tau)\varphi(t)d\tau\right],$$

$\varphi(t)$-произвольная функция времени; $R_E(t-\tau)$-ядро релаксации; E_{01}-мгновенной модуль упругости; ν-коэффициент Пуассона, который предполагается, что постоянная величина. После подстановки выражения (2) в уравнение принцип возможных перемещений и стандартной процедуры интегрирования по частям, получаем уравнения движения в виде:

$$\frac{\partial T_1}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial S}{\partial \alpha_2} = -\rho h\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \ \frac{\partial T_2}{\partial \alpha_2} + \frac{\partial S}{\partial \alpha_1} + k_2 Q_2 = -\rho h\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial t^2}, \ \frac{\partial Q_1}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial Q_2}{\partial \alpha_2} - k_2 T_2 = -\rho h\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$$

$$Q_1 = \frac{\partial M_1}{\partial \alpha_1}, \quad Q_2 = \frac{\partial M_2}{\partial \alpha_2} + 2\frac{\partial N}{\partial \alpha_1}. \tag{3}$$

Альтернативные краевые условия свободного края, или жесткой заделки, при $\alpha_2 = 0$, имеют вид:

свободный край

$$M_2 = 0; \ S = 0; T_2 = 0; Q_2 = 0, \tag{4}$$

жесткая заделка

$$u=0,\quad v=0,\quad w=0,\quad q_2=0 \quad . \tag{5}$$

Используя соотношения (3),(4) и (5) полную систему уравнений движения можно представить в виде восьми дифференциальных уравнений, размешенных относительно первых производных по α_2 . В случае бегущих вдоль α_1 гармонических волн решение краевой задачи для полученной системы (5) с краевыми условиями типа (4), допускают разделение переменных

$$u = z_1 \sin(k\alpha_1 - \omega t);\quad v = z_2 \cos(k\alpha_1 - \omega t);\quad w = z_3 \cos(k\alpha_1 - \omega t);$$
$$\theta_2 = z_4 \cos(k\alpha_1 - \omega t); S = z_5 \sin(k\alpha_1 - \omega t);\ T_2 = z_6 \cos(k\alpha_1 - \omega t); \tag{6}$$
$$\theta_2 = z_7 \cos(k\alpha_1 - \omega t);\ M_2 = z_8 \cos(k\alpha_1 - \omega t);$$

где $\omega = \omega_R + i\omega_I$ - комплексная собственная частота; κ- волновое число, действительная величина; ω_R -действительная часть комплексной частоты; ρ -плотность ; $z_1(\alpha_2)(i = 1.8)$ - функции формы колебаний.

Далее предполагается, что оба края оболочки $\alpha = 0$ и $\alpha_1 = l$ - свободны. После подстановки соотношений (6) в уравнения (3), и учитывая краевые условия (4), имеем спектральную краевую задачу по параметру ω для системы восьми обыкновенных дифференциальных уравнений относительно комплексной функции формы:

$$z_1' = z_5/\overline{A} + kz_2 \ ,\quad z_2' = z_6/\overline{C} + \upsilon kz_1 - k_2 z_3 \quad ,\quad z_3' = -z_4 + k_2 z_2,$$
$$z_4' = z_8 / \overline{D} + \nu k^2 z_3 \ ,\ z_5' = h\left(\overline{E}k^2 - \rho\omega^2\right)z_1 + \nu h^2 z_6 \quad , \tag{7}$$
$$z_6' = -h\rho\omega^2 z_2 - kz_5 - k_2 z_7 \ ,\quad z_7' = -h\rho\omega^2 z_3 + \overline{E}/12h^3k^4 z_3 + \nu k^2 z_8 + k_2 z_6;$$
$$z_8' = z_7 + \overline{G}/3h^3k^2 z_4 \ ;\ z_5 = z_6 = z_7 = z_8 = 0;\ \ \alpha_2 = 0,l$$

E выражаются через операторные модули упругости: $\overline{E} = E\left[1 - \Gamma_E^C(\omega_R) - i\Gamma_E^S(\omega_R)\right]\varphi$.

Здесь $\Gamma_E{}^C(\omega_R) = \int_x^\infty R(\tau)\cos\omega_R\tau\, d\tau$, $\Gamma_E{}^S(\omega_R) = \int_0^\infty R_\lambda(\tau)\sin\omega_R\tau\, d\tau$ - соответственно, косинус и синус образы Фурье ядра релаксации материала. В качестве примеры вязкоупругого материала примем трех параметрическое ядро релаксации: $R(t) = Ae^{-\beta t}/t^{1-\alpha}$, обладающее слабой сингулярностью [2]. При анализе дисперсии гармонических волн параметр $\boldsymbol{\kappa}$ считается заданным.

На основе решения краевой задачи (7) методом ортогональной прогонки Годунова был выполнен численный анализ дисперсии этих волн. В результате сделаны следующие выводы:

- с ростом кривизны цилиндрической панели постоянной толщины увеличиваются реальные части комплексной $(C_R = \operatorname{Re} al(C))$ скорости распространения первой изгибной моды и уменьшается скорость распространения второй крутильной моды так, что начиная с некоторого значения параметра кривизны, моды дважды пересекаются между собой. С увеличением кривизны увеличивается также число узловых точек формы колебаний прогиба.

Литература

[1]. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек– Л.: Судпромгиз,1962.-431с.

[2]. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация -М.: Высшая школа,1976.-277с.

[3]. Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. СО РАН, Новосибирск, 1996.- 188с.

КОЛЕБАНИЯ ОБОЛОЧКИ, С ПРИСОЕДИНЕННОЙ МАССОЙ

Ахмедов М.Ш., Хамроева З.К., Юлдашева О.О.
Бух ИТИ

При исследовании нелинейных колебаний оболочек с дополнительно присоединенными телами важную роль играет схематизация континуального объекта исследования, заключающаяся в выборе идеализированной механической модели. Она должна, с одной стороны, правильно отражать динамические свойства системы, а с другой – быть достаточно простой в чисто математическом отношении. На практике рассматриваемые конструкции обычно сводят к одностепенной нелинейной колебательной модели, что эквивалентно учету лишь одной формы колебаний конструкции. В рассматриваемой задаче необходимо учитывать уже нелинейную локальную податливость оболочки в зоне крепления груза, пренебрегая при этом в силу локальности деформации оболочки ее инерцией. Тогда проблема сводится к решению уравнения движения груза вдоль нормали к поверхности оболочки под действием его сил инерции и статической нелинейной силы *X,* обусловленной нелинейностью локального деформирования оболочки в зоне крепления груза

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial \dot{\chi}_i}-\frac{\partial T}{\partial \chi_i}=Q_i+\sum_{\theta_1=1}^{a}\lambda_{\theta_1}a^*_{\theta_1 i}\quad,\quad (I=1,\dots,n) \qquad (1)$$

где λ_{θ_1} - множители связей второго рода .

Для построения нелинейной характеристики $X(w)$ вначале получим нелинейную характеристику податливости оболочки в этой зоне $w(X)$. Для этого используем геометрические нелинейные уравнения теории оболочек в смешанной форме [1]

$$L^m_\alpha(u^m_\alpha, w^m)-b^m_\alpha\ddot{u}^m_\alpha=-L^m_{\alpha q},\quad L^m_3(u^m_\alpha, w^m)-b^m_3\ddot{w}^m=-L^m_{3q}\quad (m,\alpha=1,2) \qquad (2)$$

$$L^m_\alpha=\sum_{k=1}^{2}[(a^k_{ma1}\frac{\partial^2}{\partial x^2_\alpha}+a^k_{ma2}\frac{\partial^2}{\partial x^2_\beta}+a^k_{ma3})u^k_\alpha+a^k_{ma4}\frac{\partial^2 u^k_\alpha}{\partial x_\alpha\partial x_\beta}+$$

$$(a^k_{ma5}\frac{\partial}{\partial x_\alpha}+a^k_{ma6}\frac{\partial^3}{\partial x^3_\alpha}+a^k_{ma7}\frac{\partial^3}{\partial x_\alpha\partial x^2_\beta})w^k],$$

$$L^m_3=\sum_{\alpha,k=1}^{2}[(a^{\alpha k}_{m31}\frac{\partial^4}{\partial x^4_\alpha}+a^k_{m32}\frac{\partial^4}{\partial x^2_1\partial x^2_2}+a^{\alpha k}_{m33}\frac{\partial^2}{\partial x^2_\alpha}+a^k_{m34}-Rm_m k^m_0\delta_{mk})w_k+$$

$$+(a^{\alpha k}_{m35}\frac{\partial^3}{\partial x^3_\alpha}+a^{\alpha k}_{m36}\frac{\partial}{\partial x_\alpha}+a^{\alpha k}_{m37}\frac{\partial^3}{\partial x_\alpha\partial x^2_\beta})u^k_\alpha],\quad (m,\alpha,\beta=1,2;\quad \alpha\neq\beta)$$

где

$$L^m_{1q}=m_m R q^m_1,\quad L^m_{2q}=(R+0{,}5h_m c^m_2)m_m q^m_2,\quad m_m=1\pm(c+h_m)R^{-1},$$

$$L^m_{3q}=Rm_m[q^m_3\pm0{,}5h_m(q_{1,1}+R^{-1}c^m_2 q^m_{2,2})]$$

Здесь δ_{mk}- символы Кронекера, коэффициенты a^{lm}_{ijk} зависят от жесткостных параметров оболочки или пластины, L^m_{iq} -параметр внешней нагрузки, (m=1,2),

$$u_\alpha^k \sum_{m,n} \psi_{\alpha mn}^k (x,\varphi) T_{\alpha mn}^k (t)\,, \quad w_k = \sum_{m,n} \psi_{3mn}^k (x,\varphi) T_{3mn}^k (t) \quad ,$$

$$q_l^k = \sum_{m,n} \psi_{qlmn}^k (x,\varphi)\, q_{lmn}^k (t)\,, \quad (l = 1,2,3; \quad \alpha, k = 1,2$$

Решение нелинейных уравнений (2) при фиксированном значении a_{ijk}^{lm} осуществляется методом последовательных приближений, на первом этапе которого положив нелинейные операторы $L(w,F)$ и $L(w,w)$ равными нулю, решаем методом Бубнова чисто линейную задачу. Для этого представляем w и F в виде разложений

$$w = \sum_m \sum_n w_{mn} \phi_{mn}(x,y), \quad F = \sum_m \sum_n F_{mn} \chi_{mn}(x,y)\,, \tag{3}$$

где w_{mn}, F_{mn} – неизвестные коэффициенты, ϕ_{mn}, χ_{mn} – линейно независимые координатные функции, задаваемые на поверхности оболочки и удовлетворяющие граничным условиям на ее краях. Задача сводится к решению совместной системы линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов разложений (3). Далее, подставляя решение первого приближения в нелинейные операторы $L(w,F)$ и $L(w,w)$ и снова применяя метод Бубнова, получаем решение уже второго приближения. Процесс повторяется до тех пор, пока решения в двух последующих итерациях не совпадут с заданной степенью точности. Таким образом, решение нелинейной задачи реализуется как последовательность решений ряда линейных задач. Повторяя вышеописанный вычислительный процесс для разных значений радиальной силы *X,* построим нелинейную несимметричную характеристику податливости оболочки в зоне крепления груза. Ее несимметричность объясняется разным характером деформирования оболочки при действии силы по и против направления нормали к ее поверхности. Обратная величина этой функции и будет искомой нелинейной жесткостной характеристикой $X(w)$ из уравнения (1). Его решение получено точными и различными приближенными методами (линеаризации, припасовывания, гармонического баланса и т. д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. СО РАН, Новосибирск, 1966.- 188с

О НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТОННЕЛИ ПОД ВОЗД ЕЙСТВИИ ПОДВИЖНЫХ НАГРУЗОК

[1]Ишмаматов М.Р., [2]Умаров А.О., [2]Сафаров У.И.

НавГГТУ, БухИТИ, Навои, Бухара, Узбекистан

Аннотация. На поверхность полости или на внутреннюю поверхность подкрепляющей полость оболочки действует стационарная транспортная нагрузка. Скорость движения нагрузки принимается дозвуковой, что соответствует современным транспортным скоростям в изучаемых подземных сооружениях. Для описания движения полупространства и толстостенных оболочек используются динамические уравнения теории упругости в потенциалах Ламе, а для тонкостенных оболочек – классические уравнения теории тонких оболочек. Уравнения записываются в подвижной системе координат, связанной с нагрузкой.

Ключевая слова: толстостенная оболочка, стационарная нагрузка, полость, подвижная система координат, потенциалы Ламе.

Введение. В теоретическом аспекте решение основывалось на работах [1,2]. В [1] методом разложения потенциалов на плоские волны решены первая и вторая краевые задачи теории упругости для полуплоскости с сосредоточенным внутри неё точечным источником стационарных волн, потенциал которого представлен через цилиндрические функции. А в [3], с использованием такого подхода, решена задача о стационарной нагрузке на контуре кругового отверстия в полупространстве. Используя идею этих работ о суперпозиции решений и переразложении плоских волн в ряды по цилиндрическим функциям, в [4] получено точное аналитическое решение для дозвукового случая, когда скорость движущейся нагрузки меньше скорости волн Релея.

1. Постановка задачи для кругового тоннеля.

Используя для исследований модельный подход, представим тоннель как бесконечно длинную круговую цилиндрическую полость радиусом $r = R$, расположенную в линейно-вязкоупругом, однородном и изотропном полупространстве $x \le h$ (рисунок 1) параллельно его горизонтальной границе (земной поверхности). Определим реакцию полупространства на движущуюся с постоянной дозвуковой скоростью c по поверхности полости в направлении оси Z нагрузки P.

Для этого воспользуемся уравнениями движения упругой среды в векторной форме

$$\tilde{\mu}\nabla^2\vec{u} + (\tilde{\lambda} + \tilde{\mu})graddi\vartheta\vec{u} = \rho\frac{\partial^2\vec{u}}{\partial t^2}, \qquad (1)$$

здесь $\vec{u}(u_x, u_y, u_z)$ -вектор перемещений точек среды; ρ - плотность материала; u – компоненты перемещения; ν_j - коэффициент Пуассона;

$$\tilde{\lambda}_j = \frac{\nu_j\tilde{E}_j}{(1+\nu_j)(1-2\nu_j)}; \qquad \tilde{\mu}_j = \frac{\nu_j\tilde{E}_j}{2(1+\nu_j)}$$

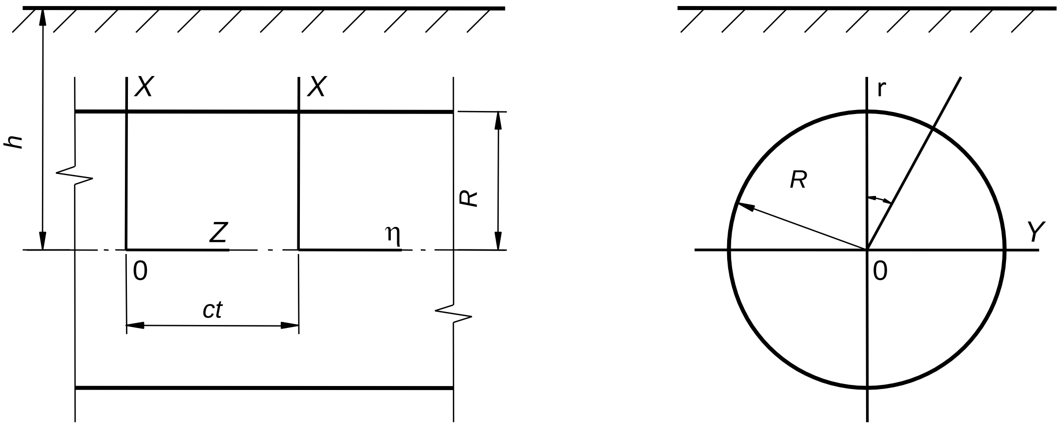


Рисунок 1. Расчётная схема неподкреплённного тоннеля

,

где $\tilde{E}$ – операторный модуль упругости, которые имеют вид [3,4]:

$$\tilde{E}\varphi(t) = E_{01}\left[\varphi(t) - \int_0^t R_E(t-\tau)\varphi(t)d\tau\right] \qquad (2)$$

$\varphi(t)$–произвольная функция времени; $R_E(t-\tau)$–ядро релаксации; E_{01}–мгновенной модуль упругости.

Принимаем интегральные члены в (2) малыми, тогда функции $\varphi(t)=\psi(t)e^{-i\omega_R t}$, где $\psi(t)$-медленно меняющаяся функция времени, ω_R-действительная константа. Далее применяя процедуру замораживания [3], заменим соотношения (2) приближенными вида

$$\bar{E}\varphi = E\left[1-\Gamma^C(\omega_R)-i\Gamma^S(\omega_R)\right]\varphi,$$

где $\Gamma^C(\omega_R)=\int_0^\infty R(\tau)\cos\omega_R\tau\,d\tau$, $\Gamma^S(\omega_R)=\int_0^\infty R(\tau)\sin\omega_R\tau\,d\tau$, соответственно, косинус и синус образы Фурье ядра релаксации материала. В качестве примера вязкоупругого материала примем трех параметрическое ядро релаксации $R(t)=Ae^{-\beta t}/t^{1-\alpha}$.

Так как рассматривается установившийся процесс, то картина деформаций стационарна по отношению к движущейся нагрузке. Поэтому удобно перейти к подвижной системе координат $\eta = z - ct$, связанной с нагрузкой P. Тогда уравнение (1) перепишется в виде

$$\left(\frac{1}{M_p^2}-\frac{1}{M_s^2}\right)\text{grad div}\mathbf{u}+\frac{1}{M_s^2}\nabla^2\mathbf{u}=\frac{\partial^2\mathbf{u}}{\partial\eta^2}\cdot$$

Здесь $M_p = c/c_p$, $M_s = c/c_s$ – числа Маха; $c_p=\sqrt{(\bar{\lambda}+2\bar{\mu})/\rho}$, $c_s=\sqrt{\bar{\mu}/\rho}$ – скорости распространения волн расширения – сжатия и сдвига в среде.

При действии нагрузки на поверхность полости, имеем

$$\sigma_{rj}\Big|_{r=R}=P_j(\theta,\eta),\quad j=r,\theta,\eta, \qquad (3)$$

где σ_{rj} – компоненты тензора напряжений в среде, $P_j(\theta,\eta)$ – составляющие интенсивности подвижной нагрузки $P(\theta,\eta)$.

Так как граница полупространства свободна от нагрузок, то при $x = h$

$$\sigma_{xx}=\sigma_{xy}=\sigma_{x\eta}=0. \qquad (4)$$

Преобразуем уравнение (1), выразив вектор смещений упругой среды через потенциалы Ламе

$$\mathbf{u}=\text{grad}\varphi_1+\text{rot}\boldsymbol{\psi}. \qquad (5)$$

Потенциал $\boldsymbol{\psi}$ можно представить в виде [7]

$$\boldsymbol{\psi}=\varphi_2\mathbf{e}_\eta+\text{rot}(\varphi_3\mathbf{e}_\eta),$$

где $\mathbf{e}_\eta$ – орт оси η.

С учётом этого, (5) примет вид

$$\mathbf{u}=\text{grad div}\,\varphi_1+\text{rot}(\varphi_2\mathbf{e}_\eta)+\text{rot rot}(\varphi_3\mathbf{e}_\eta). \qquad (6)$$

Из (2) и (6) следует, что потенциалы φ_j удовлетворяют видоизменённым волновым уравнениям

$$\nabla^2\varphi_j=M_j^2\frac{\partial^2\varphi_j}{\partial\eta^2},\; j=1,2,3. \qquad (7)$$

Здесь $M_1 = M_p$, $M_2 = M_3 = M_s$.

Выразим компоненты напряжённо-деформированного состояния (НДС) среды через потенциалы φ_j.

Применим в подвижной системе координат к уравнениям движения и граничным условиям комплексное преобразование Фурье [1].Записывая общие решения преобразованных уравнений движения тоннеля в виде (1)-(3), находим следующую систему алгебраических уравнений для определения безразмерных трансформант перемещений срединной поверхности:

$$-\xi^2 U_0 + i\xi G_1 w_0 = -\zeta^2 \frac{1-G_1}{3} G_0^2 U_0; \qquad (8)$$

$$i\xi G_1 U_0 - \frac{1-G_1}{3} G_0^2 \zeta^2 w_0 + \left(1 + \frac{k^2\zeta^4}{12}\right) w_0 -$$

$$-\frac{1-G_1}{2k}\frac{\zeta G_{11}}{\gamma} w_0 = C_2 P_{10};$$

где $k = h/a$; $P_{10} = P_0 a / Eh$; $\{U_0,\ W_0\} = \frac{1}{h}\{U_1,\ W_1\}$; $C_0^2 = C\left(\frac{3}{2}\frac{\rho_1}{G_1}\right)$;

Для конкретного значения скорости движения нагрузки C знаменатели под интегральных выражений в формулах (8) являются трансцендентными функциями относительно ζ C действительными коэффициентами, зависящими от C, а также от механических параметров оболочки и слоя. Анализ интегралов обращения необходимо начинать с рассмотрения случаев $D(\xi, C_0) = 0$, что эквивалентно построению дисперсионной зависимости в соответствующей задаче о распространении свободных волн и нахождению из дисперсионных кривых корней знаменателя для выбранной скорости движения нагрузки C. При C< C_5 возможны при случая. Как видно из рисунков (γ = 100, 50,10,2), для достаточно жесткого слоя (γ = 100) прогибы оболочки существенно снижаются.

Литература.

1. Вольмир А.С. Гибкие пластины и оболочки. М., 1956.

2.Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно недородных средах и конструкциях .-Ташкент. Фан, 1992. -250с.

3. Safarov I.I., Teshayev M.K., Boltayev Z.I., Akhmedov M.Sh. Damping Properties of Vibrations of Three-Layer VIscoelastic Plate . International Journal of Theoretical and Applied Mathematics 2017; 3(6): 191-198

4. Safarov I.I., Boltayev Z.I., Akhmedov M.Sh., 3 Buronov S.A. O distribution of own waves in elastic and viscoelastic environments and constructions. Caribbean Journal of Science and Technology. *2017, Vol.5, 065-087* ISSN 0799-3757 http://caribjscitech.com

. P.1001-1015.

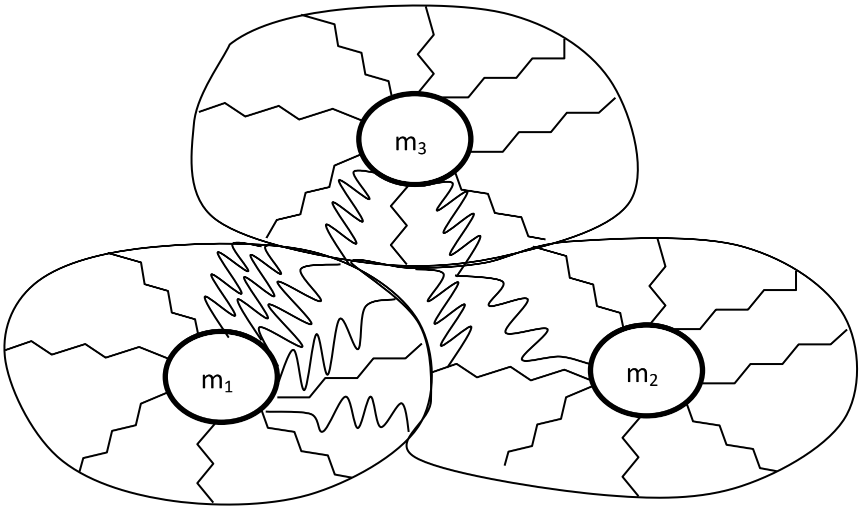
ПАХТА БЎЛАГИНИНГ СЕПАРАТОР ТРУБАСИДАГИ ҲАРАКАТИНИ МАТЕМАТИК МОДДЕЛЛАШТИРИШ

[1]Шодиев З.О., [2]Хамроева З.К., [2]Баратова Н.С.

1. ТИҚХММИ БФ.

2. Бухоро муҳандислик технология институти

Пахта хом ашёсининг (1-расм) тасвирланган 1 – қувурнинг биринчи зонасидаги ҳаракати [1] ишда кўрилган. Лекин бу ишда пахта хом ашёси қувур деворига сирпанмасдан ҳаракатланади ва пахта бўлакларини қувур деворига урилиши ҳисобга олинмайди. Иккинчидан пахта бўлакларида ҳосил бўладиган қовушқоқлик кучлари ҳисобга олинмаган.



1- расм. Чекли сондаги пахта бўлаги схемаси (пахта бўлакларидан ташкил топган эластик система)

Шу юқорида айтилган фикрлар ўрганилаётган ишда ҳисобга олинган ҳолда ҳаракат тенгламалари чиқарилган.

Фараз қилайлик, пахта бўлаклари сепаратор қувурида $\vec{\eta} = \vec{f}(\vec{\xi}, t)$ қонун билан ҳаракатлансин. Бу ерда $\eta = x\vec{i} + y\vec{j}$ деб олиш мумкин ёки пахта бўлаги ҳаракатини Декарт координаталар системасида $x(\xi_I, t)$ ва $y(\xi_I, t)$ орқали ифодалаш мумкин. $(|\vec{i}|) = |\vec{j}| = 1$.Тадқиқотларда пахта бўлагининг қувур девори билан сирпанишида ҳосил бўладиган кучларни ҳисобга оламиз. Пахта бўлагига таъсир этувчи кучлар, бу оғирлик кучи $m \cdot g_I$ ва пахта моделини танлашдан келиб чиқадиган тикловчи (ёки ўз ҳолига қайтарувчи) эластик боғланиш кучлари $K_y y, K_x x$ дан иборат. Қовушқоқ эластиклик (тезликка пропорционал бўлган) кучларнинг x ва y ўқидаги проекциялари хисобга олинади. Пахта бўлаги сепаратор қувурида сирпаниб харакатланганда, ишкаланиш кучи - $\mu \cdot N^*$ (μ ва N мос равишда ишқаланиш коэффиценти ва нормал реакция кучлари). Пахта бўлагининг ҳаракати бўлак – бўлак кичик массаларга ажратиб ўрганилса, ҳаракат жараёнида пахта бўлагининг (материал нуқтасига ўхшаб) буралишини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Пахта бўлагининг ҳаракат тенгламаси умумий ҳолда Лагранжнинг II тур дифференциал тенгламалари ёки Даламбер принципига асосан чиқарилади. Битта (1-расм) пахта бўлагини қувур деворига тегмасдан яъни сирпанмасдан қиладиган ҳаракати (2-участкада) координаталар системасида x ва y ўқлари бўйича қуйидагича бўлади (2- расм):

$$\begin{cases} m\ddot{U}_y = F_y - mg\cos\alpha - K_y U_y \\ m\ddot{U}_x = -F_x + mg\sin\alpha - K_x U_x \end{cases} \qquad (1)$$

Бу ерда m- пахта бўлаги массаси, F_xва F_y -ҳаракатлантирувчи кучнинг x ва y ўқлардаги проекциялари. Пахта қатламини сепаратор қувуридаги сўриш ёки ҳаракатлантириш аэродинамик куч ёрдамида амалга оширилади. Агар таъсир этувчи куч $\mu_{cm} N^*$ (μ_{cm} -ишқаланиш коэффициенти) дан ошмаса, пахта массаси ҳаракатланмайди. Ҳаракатлантирувчи куч статик қаршилик кучи $\mu_{cm} N^*$дан ошгандан кейин пахта қатлами ҳаракатлана бошлайди. Юқорида келтирилган тенгламани биринчисини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин (яъни, Х ўқи бўйича пахта бўлагини эластик деформацияланишини ифодаловчи тенгламани тузиш мумкин):

$$\ddot{U}_x + 2n_x' \dot{U}_x + \omega_x^2 U_x = F_x^{\ I} + g\sin\alpha \quad . \tag{2}$$

У ўқи бўйича эса баъзи бир алмаштиришлар билан қуйидаги кўринишда ёзиб олиш мумкин

$$\ddot{U}_y + 2n_y' \dot{U}_y + \omega_y^2 U \ = F_y^{\ I} - g\cos\alpha \quad . \tag{3}$$

Пахта массасига *x* ўқи бўйича таъсир этувчи кучларни шу ўққа проекциясидан уни эластик деформациялангандаги тенгламаси келиб чиқади. Пахта массасининг қувурдан сирпаниб ҳаракатланиши *x* ўқи бўйича қуйидагича бўлади.

$$m\ddot{U}_x = F_x + mg\sin\alpha - sign(\dot{x})\mu N^* \ . \tag{4}$$

Бу (4) тенгламани тузиш жараёнида пахта массаси деформацияланган деб қабул қилинган ёки пахта бўлаги моделидаги пружиналар деформацияланмаган деб қабул қилинади. Юқорида келтирилган (4) тенгламага Кулоннинг ишқаланиш кучи (қаршилик) нинг кириши тенгламани чизиқли бўлмаган тенгламага олиб келади. Пахта массасини ҳаракатланишига қараб қаршилик кучи ўз ишорасини ўзгартиради, бу эса (4) тенгламани чизиқли бўлмаган тенгламага олиб келади. Қаршилик кучи пахта массасини қувур деворларига берадиган нормал босим кучига ҳам боғлиқ бўлади. Сирпанадиган участкада пахта бўлагининг ҳаракати қуйидагича бўлади

$$\ddot{U}_x + 2n_x' \dot{U}_x = F_x + 2n_x x_1 g\sin\alpha - sign(\dot{x})\mu(\omega^2 x) \ , \tag{5}$$

бу ерда $\omega_x^2 = \dfrac{K_x}{\mu}; \omega_y^2 = \dfrac{K_y}{\mu};$ n_x' ва n_y' - пахта массасининг ички қаршилиги ёки деформацияланишини ҳисобга олишга асосланган коэффициент

$$2n_x' = \frac{C_x}{m}; \quad 2n_y' = \frac{C_y}{m} \ .$$

Пахта массасига ташқи куч таъсирида сепаратор қувурида таъсир этувчи нормал реакциялари нолга тенг бўлгунга қадар тинч туриши мумкин.

Сезиларли босим қувур бошида йўқолиши, инерция кучи камайишига сабаб бўлади. Юқоридаги пахта бўлагининг тезлиги

$$V_X = f_x(V_X, K, \alpha_I n_X^I, n_Y^I, t, \omega, g, m), \ \ V_Y = f_Y(V_O, k, \alpha, n_X^I, n_Y^I, t, \omega, g, m) \ .$$

кўринишдаги функциядан иборат бўлади. Пахта бўлагининг тезлиги V_0 тезликка етган ҳисоблаб, у ҳолда пахта бўлагининг эркин ҳаракатланиши учун сарф бўлган вақтни оламиз. Масалан $n_x = n_y = 0$ бўлса, у ҳолда

$$t = -\frac{m}{k}\ln\frac{(c-1)V}{V_{|O|}\cos\alpha_0 - V} \tag{6}$$

кўринишдаги формулани оламиз. Бу формула [1] да олинган формулани ифодалайди. Пахта массасини қувурда (деворларига тегмасдан) аэродинамик куч таъсиридаги ҳаракати (4) ва (5) тенгламаларнинг аник ечимлари орқали ифодаланади. Пахта массасининг сепаратор қувуридаги ҳаракатини битта участкадан бошқасига ўтмасдан, суюқликнинг ламинар ҳаракатига ўхшаш ҳаракатда бўлсин деб фараз қиламиз. У ҳолда (3), (4),(5) ва (6) тенгламалар ўринли бўлади.

Адабиёт

1. . Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях. Ташкент: Фан, 1992.-250с

АКТИВНАЯ ВИБРОЗАЩИТА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИМЕЮШЕЙ КОНЕЧНОЕ ЧИСЛО СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ

[1]Тешаев М.Х., [2]Аблокулов Ш.З., [3]Хошбақова Д.З.

[1]БухИТИ, 2 ТХТИ, Бухара, Ташкент, Узбекистан

[3]Жиззах вилояти Бахмал тумани 50-мактаб ўқитувчиси

Аннотация. В условиях постоянно ужесточающихся требований по вибрации и шуму, предъявляемых к современным энергетическим установкам, возможности пассивной виброизоляции оказываются практически исчерпанными. Как результат, в этой ситуации решающее значение приобретают активные виброзащитные системы (АВЗС). В работе исследуется динамика двухмассовой АВЗС. Определяется ее эффективность и области устойчивости.

Ключевые слова: активная виброзащитная система, коэффициент активной виброизоляции, электродинамический вибратор, критерий устойчивости Гурвица.

Наиболее эффективным способом борьбы с вибрацией является уменьшение переменных сил в источниках и цепях передачи энергии (двигателях внутреннего сгорания, зубчатых передачах, электродвигателях и т.п.). Но, естественно, при проектировании источников решающим является выполнение основной функциональной задачи - обеспечения передачи энергии от источника к приемнику с максимальным к.п.д. при обязательном выполнении требований к прочностным и ресурсным характеристикам. Виброактивность при этом часто отступает на второй план. Отсюда следует и ограниченность такого пути борьбы с вибрацией.

Для защиты технических и биологических объектов от вибрационного возбуждения в области низких частот в настоящее время разработано огромное количество виброзащитных систем (ВЗС), основанных на использовании широкого спектра амортизаторов. Такие ВЗС получили название пассивных. Однако их применение во многих случаях оказывается малоэффективным, например, при защите объектов от меняющихся во времени вибрационных спектров.

В последнее время нашли применение автоматизированные виброзащитные системы, получившие название активных (АВЗС) [1,2]. Создание эффективных активных систем виброгашения низкочастотной вибрации различных механизмов, возбуждаемой действием переменных усилий, является целью работ многих исследователей на протяжении нескольких последних десятилетий. В общем случае управление такими системами может быть реализовано на принципе компенсации возмущения, компенсации отклонения регулируемой величины, либо на комбинации обоих этих методов.

Опыт создания активных систем виброгашения показал, что наиболее перспективными в смысле полноты воспроизведения переменных усилий, сравнительной простоты реализации и управления, отсутствия чувствительности к негативным факторам окружающей среды являются электродинамические ВЗС, в которых в качестве исполнительного устройства служит электродинамический вибратор [3]. Характерной особенностью активных систем является использование активных цепей, состоящих из измерительных, усилительных и исполнительных элементов. Последние формируют силу, позволяющую уменьшить действующие на защищаемый объект динамические нагрузки.

В активных ВЗС для создания управляющего воздействия (управления) необходима информация о характере возмущений, его частотном и амплитудном составе. Роль источников этой информации выполняют электрические преобразователи вибраций, выступающие здесь как преобразователи параметров движения (силы, ускорения, перемещения) в электрические сигналы (напряжение, ток). Используемые преобразователи (датчики перемещения, силы, акселерометры и т.д.) должны иметь достаточно широкий частотный диапазон (по меньшей мере, в пять раз шире частотного

диапазона измеряемого сигнала) и малый коэффициент нелинейных искажений. Электрические сигналы как управляющие воздействия должны быть пропорциональны возмущающей силе $Q(t)$. При изменении частоты и амплитуды внешнего воздействия частота и амплитуда тока (напряжения) должны изменяться аналогичным образом. Колебательную систему с электродинамическим вибратором можно рассматривать как объект автоматического управления и применять для ее исследования разработанные в теории автоматического регулирования методы [4]. При составлении системы уравнений, описывающих динамику механической колебательной системы с электродинамическим генератором силы, следует учитывать как механическое движение, так и электрические процессы в цепи проводника (подвижная катушка). В электродинамических устройствах ток для создания силы возникает в результате движения или самого проводника или точек его подвеса.

В качестве примера рассмотрим механическую систему, состоящую из одного тела. Рассмотрим механическую систему изображенную на рис.1, схему АВЗС, в которой корпус вибратора считается виброизолированным от остальной системы. Это позволяет не учитывать при построении математической модели динамическую силу реакции со стороны корпуса вибратора. На основание действует сила F, генерируемая вибратором. Параллельно упругим связям включены диссипативные элементы, имеющие реологические свойства. Между «проставочной» плитой и неподвижным основанием установлен датчик силы, преобразующий силу, действующей на плиту в управляющий сигнал.

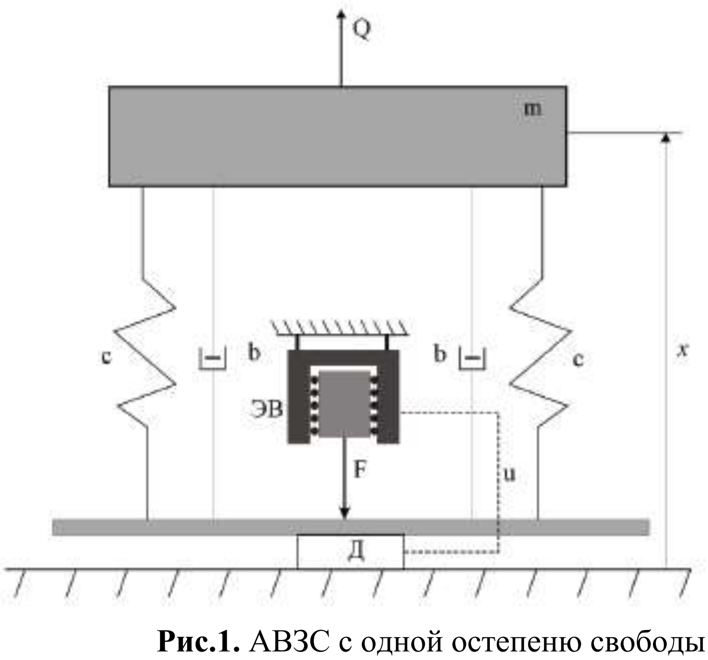


Рис.1. АВЗС с одной остепеню свободы

Электрические сигналы как управляющие воздействия должны быть пропорциональны возмущающей силе $Q(t)$. Колебательную систему с электродинамическим вибратором можно рассматривать как объект автоматического управления и применять для ее исследования разработанные в теории геометрического сервосвязи (ГСС).

Поведение данной системы будем описывать уравнениями

$$m\ddot{x} + c_P(x(t) - \int_{-\infty}^{e} R(t-\tau)x(\tau)d\tau) = Q;$$
$$L\frac{di}{dt} + Ri = U, \qquad (1)$$

Первое уравнение системы (1) характеризуют механическое движение массы *m*,

а второе –электродинамическое равновесие в цепи подвижной катушки вибратора. В этих уравнениях *x*- абсолютная координата колебаний массы *m*,

$Q = Q(t)$ -внешняя возмущающая сила, *i*- ток в цепи обмотки управления электродинамического вибратора, $F = F(t)$ -пондеромоторная сила в зависимости от тока обмотки (в частности возникает в ГСС), L,R-индуктивность и активные сопротивление обмотки управления, U- напряжение на обмотке подвижной катушки, $F(i) = Bli$ -сила Ампера, c_0- мгновенный коэффициент жесткости и $R(t-\tau)$ -ядро релаксации. Управление вводится как отрицательная обратная связь по суммарной силе, действующей на основание (датчик Д):

$$U = -k_U(F(i) + cx(t) - \int_{-\infty}^{t} R_c(t-\tau)x(\tau)d\tau),$$

где коэффициент пропорциональности между напряжением на обмотке и силой k_U= $k_д k_{ус} > 0$ ($k_д$, $k_{ус}$ – коэффициенты чувствительности датчика силы и усиления усилителя). В работе [4] приведены результаты расчетов активной виброзащиты механической системы с одной степенями свободы. Проведем исследование моделей АВЗС с различными схемами подключения электродинамического вибратора и приложения внешней динамической нагрузки. При этом во всех случаях ставится задача снижения динамической нагрузки на фундамент. Моделирование производится в области низких частот.

Рассмотрим модель АВЗС с двумя степенями свободы. Предположим, что ставится задача активной виброизоляции некоторой упруго закреплённой массы (*m1*) в околорезонансном диапазоне (рассматриваются относительно низкие частоты). На массу действует внешняя возмущающая сила *Q(t)*. С целью установки вибратора вводится дополнительная масса (m_2), крепящаяся к изолируемой массе с помощью упругих элементов (C_2). Параллельно упругим связям включены также диссипативные элементы с коэффициентом сопротивления $b_{1,2}$. Между «приставочной» плитой и неподвижным основанием установлен датчик силы Д, преобразующий силу, действующую на плиту в управляющий сигнал (напряжение u на зажимах катушки).

Система описывается уравнениями:

$$m_1\ddot{x}_1 + c_1x_1 - c_2(x_2 - x_1) + b_1\dot{x}_1 = Q - F;$$
$$m_2\ddot{x}_1 + c_2(x_2 - x_1) + b_2\dot{x}_2 = F, \qquad (2)$$
$$L\frac{di}{dt} + Ri - U + Bl(x_2 - x_1) = 0.$$

Первые два уравнения системы (1) характеризует движение масс m_1 и m_2, третье – электродинамическое равновесие в цепи подвижной катушки вибратора. В этих уравнениях x_1 и x_2- абсолютные координаты масс; *Q*=*Q(t)* –внешняя возмущающая сила; *i*- ток в цепи обмотки управления электродинамического вибратора; *F=F(i)* – пондеромоторная сила в зависимости от тока в обмотке; *L*, *R* – индуктивность и активное сопротивление обмотки управления; *U* – напряжение на обмотке подвижной катушки.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. К. В. Фролов, Ф. А. Фурман. Прикладная теория виброзащитных систем. М.: Машиностроение, 1980. – 276 с.

2. М. З. Коловский. Автоматическое управление виброзащитными системами. М.: Наука, 1976.-317с.

3. Электродинамические вибраторы/ М.Д. Генкин [и др.]. М.: Машиностроение, 1975. – 96 с.

4.М. Д. Генкин, В. Г. Елезов, В. В. Яблонский, Э. Л. Фридман. Развитие методов виброгашения // Методы виброизоляции машин и присоединенных конструкций. М.: Наука, 1975. – С. 58-66.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ УПРУГОГО КРИВОЛИНЕЙНОГО СТЕРЖНЯ

[1]Эсанов Н.К., [2]Алмуратов Ш.Н., [3]Рузиева М.А.
[1]БухГУ, [2]ТХТИ, [3]БухИТИ,

Рассматривается стальной криволинейный стержень постоянного прямоугольного сечения и постоянной кривизны, один конец которого жестко заделан, а другой - свободен. Размеры стержня (в мм): длина 210; поперечное сечение $3{,}1\times18{,}6$; радиус кривизны 56,8. Малая сторона сечения параллельна нормали осевой линии. Подлежат исследованию собственные изгибно-продольные колебания. Тогда имеем систему обыкновенных дифференциальных уравнений, разрешенную относительно производных (здесь и далее индекс при неизвестных собственных формах опущен)

$$\begin{aligned} &\frac{du}{dx}=\frac{T}{ES}+Kw && \frac{dw}{dx}=Q_1-Ku \\ &\frac{d\theta}{dx}=\frac{M_1}{EJ_1k} && \frac{dT}{dx}=-KQ_1-\rho S\omega^2 u \\ &\frac{dQ_1}{dx}=KT+\rho S\omega^2 w && \frac{dM_2}{dx}=Q_1-\rho S\omega^2\theta \end{aligned} \tag{1}$$

где для сплошных стержней К = 1.

Таблица 1. Сопоставление теоретического и экспериментального значений частот

Частота	ω/2π (Гц)		
№ частоты	1	2	3
Расчёт	75,8	212	713
эксперимент	75	204	680

В силу условий закрепления на краях стержня справедливы соотношения

$$\begin{aligned} &x=0, u=w=\theta=0 \\ &x=L, T=Q_2=M_1=0 \end{aligned} \quad . \tag{2}$$

Необходимо найти также значения C_o, при которых система уравнений с краевыми условиями (1) имеет ненулевые решения, последняя задача была решена численно методом ортогональной прогонки Годунова, найденные для значений Е = 19,6 10 МПа, $\rho=8$ г/см^3 первые три собственные частоты колебаний приведены в таблице 1 вместе с результатами эксперимента [1].

Согласно таблице, отличие между экспериментальными и расчетными данными для высоких частот, но в целом не превышает 5%.

Колебания тонкостенного криволинейного стержня. Исследуются собственные изгибно-продольные колебания стальной трубки Бурдона плоскоовального сечения закрепленной также, как и стержень в примере 1. Размеры трубки (в мм): длина 240; толщина стенки 0,2; большая и малая полуоси сечения 9,5 и 3,2; радиус кривизны 45,2. Модуль Юнга Е = $20{,}6\times104$ МПа; объемная плотность ρ = 7,8г/см^3 ; коэффициент

Пуассона ν=0,25. Постановка спектральной проблемы дается соотношениями (1),(2). Коэффициент снижения жесткости равен 0,129. Минимальная собственная частота, полученная при решении краевой задачи методом ортогональной прогонки, составляет 88,6 Гц. По данным эксперимента первый резонанс трубки наблюдался на 100 Гц. Несколько заниженное расчетное значение частоты объясняется тем, что стержневая модель не учитывает реальных условий закрепления на концах трубки, вблизи которых эффект Кармана проявляется в меньшей степени.

Пример. Сравнительный анализ изгибно-продольных и изгибно-крутильных колебаний криволинейного стержня. В форме, приспособленной для реализации метода ортогональной прогонки, они имеют вид системы дифференциальных уравнений первого порядка

$$\frac{d\phi}{dx}=\frac{M}{GJ}-K\psi,\ \frac{d\psi}{dx}=\frac{M_2}{GJ_2}-K\phi$$

$$\frac{dQ_2}{dx}=\rho S\omega^2 w$$

$$\frac{dv}{dx}=\psi$$

$$\frac{dM}{dx}=-KM_2-\rho I\omega^2\varphi \tag{3}$$

$$\frac{dM_2}{dx}=Q_2+KM_2+\rho J_2\omega^2\psi$$

Жестко защемленному стержню со свободным концом соответствуют краевые условия

$$x=0,\quad \varphi=\psi=\vartheta=0\ ;$$

$$x=L,\ M=Q_2=M_2=0\ . \tag{4}$$

В таблице 2 приводятся расчетные и экспериментальные значения первых двух собственных частот изгибно-крутильных колебаний прямого и двух круговых трубопроводов с неподвижной жидкостью, закрепленных в опорах. Испытания проводились на стенде [2], созданном для изучения параметрических колебаний упругих трубопроводов конструкций летательных аппаратов [2]. Образцы труб изготовлены из стали 12×18Н1 ОТ с наружным диаметром 8 мм, внутренним диаметром - 7мм.

Таблица 2 Изменение частоты в зависимости от угла и длины стержня

Угол раствора	Длина	1 частота (Гц)		2 частота (Гц)	
	(мм)	расчет	эксп.	Расчет	эксп.
0°	800	64,2	61,2	177	166
90°	765	64,7	64,1	185	170
180°	625	84,0	61,5	243	170

Плотность материала трубы составляет 7,9 гм/см^3 ; модуль упругости -

Е= 18,0*10^4 МПа [4], коэффициент Пуассона -ν=0,3; в качестве рабочей жидкости использовалось масло АМГ-10 плотностью 0,85 г/см (ГОСТ 6794 - 75). В данном случае приведенная плотность трубки с учетом массы жидкости составляет 9,5 г/см^3.

Согласно таблице 6, расчетные данные лучше согласуются с опытом при меньшей кривизне трубки, однако в последнем случае со ссылкой на работу [4] не исключена возможность ослабления крепления. Решения краевых задач (1),(2), (3) исследовались численно по параметру кривизны оси на примере колебаний стержня со следующими безразмерными геометрическими отношениями

$$\frac{SL}{KJ_1}=7238;\ \frac{SL}{J_2}=1505;\ \frac{SL^2}{I}=1246;\ \frac{EJ^2{}_2}{GL}=3.865.$$

Для каждого типа колебаний- изгибно-продольных и изгибно-крутильных, в таблице 3 приводятся значения первых пяти собственных частот c_o в зависимости от величины KL, характеризующей степень искривленности осевой линии. Расчет проводился без учета инерции поворота сечения. Единица времени считается равной $L(p/E)^{1/2}$.

Таблица 3. Изменение частоты в зависимости от параметра, характеризующего степень искривленности осевой линии (изгибно-продольных колебаний)

N	KL	Собственные значения				
		1	2	3	4	5
1	0	0,04133	0,2590	0,7252	1,421	1,571
2	0,78	0,04184	0,2425	0,7043	1,383	1,737
3	1,57	0,04345	0,2091	0,6582	1,334	2,044
4	3,14	0,05046	0,1593	0,5433	1,207	2,090
5	4,71	0,06453	0,1413	0,4240	1,043	1,910
6	6,28	0,08920	0,1463	0,3237	1,8656	1,684

С ростом собственного движения декременты затухания увеличиваются при наличии внутреннего трения и уменьшаются при наличии внешнего трения. Причем, с увеличением интенсивной диссипации апериодические режимы (чисто мнимые собственные значения) возникают, начиная с наиболее высоких номеров собственных движений, в случае внутреннего трения, и с наиболее низких номеров собственных движений, в случае внешнего трения.

Литература

1.Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. М.: Наука,1978
2.Лурье А.И. О малых деформациях криволинейных стержней. М.: Наука,1966
3.Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. Л.Судпромгиз,1962.
4.Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей. М.: Машиностроение, 1978

БЕССЕЛЬ ТЕНГЛАМАСИ ВА УНИНГ ЕЧИМЛАРИ

Нуриддинов Б.З. (PhD)ТКТИ “Олий математика” кафедраси катта ўқитувчиси
Гулиева Ф.А. Жиззах давлат педагогика тнститути магстранти

Ушбу

$$x^2y''+xy'+(x^2-p^2)y=0 \quad (p = const)\ (1)$$

кўринишдаги дифференциал тенглама *Бессель тенгламаси* дейилади.

Бу тенгламанинг ечимини ўзгарувчи коэффициентли баъзи бир тенгламаларни ечишдаги сингари даражали қатор шаклида изламасдан, *x* нинг бирор даражаси билан даражали қаторнинг кўпайтмаси шаклида излаш керак:

$$y = x^r \sum_{k=0}^{\infty} a_k x^k. \qquad (2)$$

r кўрсаткич аниқ бўлмагани учун a_0 коэффициентни нолдан фаркли деб ҳисоблашимиз мумкин.

(2) ифодани

$$y = \sum_{k=0}^{\infty} a_k x^{k+r}.$$

шаклида ёзамиз ва унинг ҳосилаларини топамиз:

$$y' = \sum_{k=0}^{\infty} (r+x) a_k x^{k+r-1}, \; y'' = \sum_{k=0}^{\infty} (r+x)(r+x-1) a_k x^{k+r-2}$$

Бу ифодаларни (1) тенгламага кўямиз:

$$x^2 \sum_{k=0}^{\infty} (r+x)(r+x-1) a_k x^{k+r-2} + x \sum_{k=0}^{\infty} (r+x) a_k x^{k+r-1} +$$

$$+ (x^2 - p^2) \sum_{k=0}^{\infty} a_k x^{k+r} = 0.$$

$r, \; r+1, \; r+2, \; . \; . \; . \; , \; r+k$ даражали x лар олдидаги коэффициентларни нолга тенглаб, қуйидаги тенгламалар системасини ҳосил қиламиз:

$$\left.\begin{aligned}
&[r(r-1) + r - p^2] a_0 = 0 \text{ ёки } [r^2 - p^2] a_0 = 0, \\
&[(r+1)r + (r+1) - p^2] a_1 = 0 \text{ ёки } [(r+1)^2 - p^2] a_1 = 0, \\
&[(r+2)(r+1) + (r+2) - p^2] a_2 + a_0 = 0 \text{ ёки} [(r+2)^2 - p^2] a_2 + a_0 = 0, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&[(r+k)(r+k+1) + (r+k) - p^2] a_k + a_{k-2} = 0 \text{ ёки} [(r+k)^2 - p^2] a_k + \\
&\qquad + a_{k-2} = 0, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Ушбу тенгликни қараймиз:

$$[(r+k)^2 - p^2] a_k + a_{k-2} = 0,$$

Уни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$r, \; r+1, \; r+2, \; . \; . \; . \; , \; r+k$$

Шартга кўра $a_0 \neq 0$ демак,

$$r^2 - p^2 = 0$$

шунинг учуй $r_1 = p$ ёки $r_2 = p$.

Аввал $r_1 = p > 0$ бўлган ҳолдаги ечимни қараб чиқамиз.

(3) тенгламалар системасидан бирин-кетин $a_1, a_2, \ldots$ ҳамма коэффициентлар

аниқланади; a_0 ихтиёрий бўлиб қолади.

Масалан, $a_0 = 1$ бўлсин. У ҳолда

$$a_k = -\frac{a_{k-2}}{k(2p+k)}.$$

к га турли қийматлар бериб, қуйидагиларни топамиз:

$$\left.\begin{aligned} & a_0 = 1,\ a_3 = 0\ ва,\ умуман\ a_{2m+1} = 0, \\ & a_2 = -\frac{1}{2(2p+2)},\ a_4 = \frac{1}{2\cdot 4(2p+2)2p+4)},\ldots, \\ & a_{2\nu} = (-1)^{\nu+1}\frac{1}{2\cdot 4\cdot 6\cdot \ldots\cdot 2\nu(2p+2)(2p+4)},\ldots, \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Топилган коэффициентларни (2) формулага қўйсак:

$$y_1 = x^p\left[\begin{aligned} & 1 - \frac{x^2}{2(2p+2)} + \frac{x^4}{2\cdot 4(2p+2)(2p+4)} - \\ & - \frac{x^4}{2\cdot 4\cdot 6(2p+2)(2p+4)(2p+6)} + \ldots \end{aligned}\right]. \qquad (5)$$

k ҳар қандай бўлганда ҳам (3) тенгламадаги a_k нинг коэффициенти

$$(r_1 + k)^2 - p^2$$

нолдан фарк қилгани учун ҳамма $a_{2\nu}$ коэффициентлар аниқланади.

Шундай қилиб, y_1 функция (1) тенгламанинг хусусий ечими бўлади.

Энди шундай шартни топамизки, бу шарт ва $r_2 = -p$

иккинчи илдиз берилганда ҳам барча a_k коэффициентлар аниқланади. Бу эса *k* ҳар қандай бутун мусбат жуфт сон бўлганда

$$(r_2 + k)^2 - p^2 \neq 0 \qquad (6)$$

ёки

$$r_2 + k \neq p$$

генгсизлик бажарилгандагина бўлади.

Аммо $p = r_1$ демак,

$$r_2 + k \neq r_1$$

Шундай қилиб, (6) шарт бу ҳолда ушбу

$$r_1 - r_2 \neq k$$

тенгсизликка эквивалентдир, бунда k бутун мусбат жуфт сон.
Лекин,

$$r_1 = p, \quad r_2 = -p,$$

демак,

$$r_1 - r_2 = 2p.$$

Шундай қилиб, агар p бутун сон бўлмаса, (5) ифодадаги p ни —p га алмаштириш билан ҳосил бўладиган иккинчи хусусий ечимни ёзиш мумкин:

$$y_2 = x^{-p}\left[\begin{gathered}1 - \frac{x^2}{2(-2p+2)} + \frac{x^4}{2\cdot 4(-2p+2)(-2p+4)} - \\ -\frac{x^4}{2\cdot 4\cdot 6(-2p+2)(-2p+4)(-2p+6)} + \ldots\end{gathered}\right]. \quad (5')$$

x нинг барча қийматларида (5) ва (5') даражали қаторларнинг яқинлашишини Даламбер аломатига асосан осонгина аниқлаш мумкин. Шунингдек y_1 ва y_2 функцияларнинг ҳам чизиқли эркли эканлиги маълум.

y_1 *ечимнинг бирор ўзгармас сонга кўпайтмаси* Бесселнанг бар жинсли p-тартибли функцияси деб аталади *ва* J_n символ билан белгиланади. y_2 ечим эса J_{-p} символ билан белгиланади.

Шундай қилиб, p бутун сон бўлмаганда, (1) тенгламайинг умумий ечими қуйидаги кўринишда бўлади:

$$y = C_1 J_p + C_2 J_{-p}$$

Масалан $p = \dfrac{1}{2}$ бўлса, (5) қатор қуйидаги шаклни олади:

$$x^{\frac{1}{2}}\left|1 - \frac{x^2}{2(2p+2)} + \frac{x^4}{2\cdot 4(2p+2)(2p+4)} - \ldots\right| =$$
$$= \frac{1}{\sqrt{x}}\left|x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \ldots\right|.$$

Бу ечимнинг $\sqrt{\dfrac{2}{\pi}}$ ўзгармас кўпайтувчига кўпайтмаси Бесселнинг $J_{1/2}$ функцияси деб аталади; қавс ичида йиғиндиси sinx функцияга тенг бўлган қатор турганлигини кўрамиз. Демак,

$$J_{1/2}(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi x}}\sin x.$$

Худди шунингдек, (5') формуладан фойдалансак;

$$J_{-\frac{1}{2}}(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi x}}\cos x.$$

(l) тенгламанинг умумий интеграли $p = \dfrac{1}{2}$ бўлганда қуйидагича бўлади:

$$y = C_1 J_{1/2}(x) + C_2 J_{-1/2}(x).$$

Сўнгра, *p* бутун сон бўлсин, уни $n(n \geq 0)$ билан белгилаймиз. Бу ҳолда (5) ечим маънога эга ва у (1) тенгламанинг биринчи хусусий ечими бўлади. Лекин (5') ечим маънога эга бўлмайди, чунки ёйилманинг махражидаги кўпайтувчилардан бири нолга айланади.

p = *n* бутўи мусбат бўлганда Бессель функцияси J_n (5) қаторни $\dfrac{1}{2^n n!}$ ўзгармас кўпайтувчига кўпайтириш билан (*n* =0 бўлса, 1 га кўпайтириш билан) аниқланади:

$$J_n(x) = \frac{x^n}{2^n n!}\left| \begin{array}{l} 1 - \dfrac{x^2}{2(2p+2)} + \dfrac{x^4}{2\cdot 4(2p+2)(2p+4)} - \\ - \dfrac{x^4}{2\cdot 4\cdot 6(2p+2)(2p+4)(2p+6)} + \ldots \end{array} \right|$$

$$J_n(x) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{(-1)^\nu}{\nu!(n+\nu)!}\left(\frac{x}{2}\right)^{n+2\nu} \qquad (7)$$

Бу ҳолда иккинчи хусусий ечимни

$$K_n(x) = J_n(x)\ln x + x^{-n}\sum_{k=0}^{\infty} b_k x^k$$

шаклда излаш кераклигини кўрсатиш мумкин.

Бу ифодани (1) тенгламага қўйиб, b_k коэффициентларни аниқлаймиз. Коэффициентлари шу усулда топилган $K_n(x)$ функцияни бирор ўзгармас сонга кўпайтириш билан ҳосил қилинган функция *Бесселнинг n-тартибла иккинчи жинс функцияси* дейилади.

Бу эса (1) тенгламанинг биринчи ечим билан чизиқли эркли система ҳосил қилувчи иккинчи ечимидир.

Умумий интеграл ущбу кўринишда бўлади:

$$y = C_1 J_n(x) + C_2 K_n(x)$$

Бунда

$$\lim_{x \to 0} K_n(x) = \infty$$

эканлигини қайд этамиз.

Демак, биз x=0 бўлгандаги чекли ечимни қарамоқчи бўлсак, (8) формулада $C_2 = 0$ деб олишимиз керак.

Адабиёт

Тешабоева Н.Х. Математик физика тенгламалари.Тошкент. “Ўқитувчи” 1980, 351б.

ТОРНИНГ ТЕБРАНИШ ТЕНГЛАМАСИНИ ФУРЬЕ МЕТОДИ БИЛАН ЕЧИШ

Нуриддинов Б.З. (PhD)ТКТИ “Олий математика” кафедраси катта ўқитувчиси

Ўнғалбоев Д.У. Жиззах давлат педагогика тнститути магстранти

Биз ҳозир қараб чиқадиган ўзгарувчиларни ажратиш методи (ёки Фурье методи) математик физиканинг кўп масалаларини ечиш учун намуна бўлади. Масалан,

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (1)$$

тенгламанинг

$$u(0,t) = 0, \qquad (2)$$

$$u(l,t) = 0, \qquad (3)$$

$$u(x,0) = f(x), \qquad (4)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t}\Big|_{t=0} = \varphi(x) \qquad (5)$$

четки шартларни қаноатлантирувчи ечимини топиш талаб қилинсин. (1) тенгламанинг (2) ва (3) чегаравий шартларни қаноатлантирувчи (айнан нолга тенг бўлмаган) хусусий ечимини иккита $X(x)$ ва $T(t)$ функциялар кўпайтмаси шаклида топамиз, улардан биринчиси фақат x га боғлиқ, иккинчиси эса фақат t га боғлиқ бўлади:

$$u(x,t) = X(x)\cdot T(t) \quad (6)$$

Бу қийматларни (1) тенгламага қўйиб, ушбуни ҳосил қиламиз:

$$X(x)T''(t) = a^2 X''(x)T(t) \qquad (6)$$

ва бу тенгликнинг ҳадларини a^2XT га бўлиб,

$$\frac{T''}{a^2T} = \frac{X''}{X} \qquad (7)$$

тенгликни ҳосил қиламиз. Бу тенгликнинг чап томонида турган функция x га боғлиқ эмас, ўнг томондаги функция t га боғлиқ эмас. (7) тенглик фақат чап томон ва ўнг томон x га ҳам, t га ҳам боғлиқ бўлмаган ҳолдагина, яъни ўзгармас сонга тенг бўлган ҳолда ўринли бўлиши мумкин. Уни $-\lambda$ билан белгилаймиз, бунда $\lambda > 0$ (кейинроқ $\lambda < 0$ бўлган ҳол ҳам қаралади). Шундай қилиб,

$$\frac{T''}{a^2T} = \frac{X''}{X} = -\lambda$$

Бу тенгликлардан иккита тенглама ҳосил қиламиз:

$$X'' + \lambda X = 0, \qquad (8)$$

$$T'' + a^2\lambda T = 0 \qquad (9)$$

Бу тенгламаларнинг умумий ечимлари бундай бўлади

$$X(x) = A\cos\sqrt{\lambda x} + B\sin\sqrt{\lambda x}, \qquad (10)$$

$$T(t) = C\cos a\sqrt{\lambda t} + D\sin a\sqrt{\lambda t} \qquad (11)$$

бунда A, B, C, D — ихтиёрий ўзгармас сонлар. $X(x)$ ва $T(t)$ ифодаларини (6) тенгликка қўйиб, ушбу тенгликни ҳосил қиламиз:

$$u(x,t) = \left(A\cos\sqrt{\lambda x} + B\sin\sqrt{\lambda x}\right)\left(C\cos a\sqrt{\lambda t} + D\sin a\sqrt{\lambda t}\right)$$

Энди A ва B ўзгармас сонларни (2) ва (3) шартлар қаноатланадиган қилиб танлаб оламиз. $T(t) \equiv 0$ бўлгани учун (акс ҳолда $u(x,t) \equiv 0$ бўлиб, бу қўйилган шартга зидлик қилади), $X(x)$ функция (2) ва (3) шаргларни қаноатлантириши керак, яъни $X(x) = 0, X(l) = 0$ бўлиши керак. $x = 0$ ва $x = l$ қийматларни (10) тенгликка қўйиб, (2) ва (3) га асосан қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$0=A\cdot 1+B\cdot 0, \qquad 0=A\cos\sqrt{\lambda}l+B\sin\sqrt{\lambda}l.$$

Биринчи тенгламадан $A=0$ эканини топамиз. Иккинчи тенгламадан $B\sin\sqrt{\lambda}l=0$ келиб чиқади. $B\neq 0$, чунки акс ҳолда $X\equiv 0$ ва $u\equiv 0$ бўлиб, бу эса шартга зидлик қилади.

Демак, $\sin\sqrt{\lambda}l=0$ бўлиши керак, бундан

$$\sqrt{\lambda}=\frac{n\pi}{l} \qquad (n=1,2,...) \qquad (12)$$

(биз n=0 қийматни олмаймиз, чунки бу ҳолда $X\equiv 0$ ва $u\equiv 0$ бўлур эди). Шундай қилиб, ушбу тенгликни ҳосил қилдик:

$$X=B\sin\frac{n\pi}{l}x. \qquad (13)$$

λ нинг топилган қийматлари берилган четки масала учун *хос цийматлар* деб аталади. Буларга мос $X(x)$ функциялар *хос функциялар* дейилади.

Изоҳ. Агар биз $-\lambda$ ўрнига $+\lambda=k^2$ ифодани олганимизда (8) тенглама бундай кўринишни олган бўлур эди:

$$X''-k^2X=0.$$

Бу тенгламанинг умумий ечими қуйидагича:

$$X=Ae^{kx}+Be^{-kx}.$$

Нолдан фарқли бундай шаклдаги ечим (2) ва (3) чегаравий шартларни қаноатлантира олмайди.

$\sqrt{\lambda}$ ни билган ҳолда, (11) тенгликдан фойдаланиб, бундай ёзишимиз мумкин:

$$T(t)=C\cos\frac{an\pi}{l}t+D\sin\frac{an\pi}{l}t \qquad (n=1,2,...) \quad (14)$$

n нинг ҳар бир қиймати учун, демак ҳар бир λ учун (13) ва (14) ифодаларни (6) тенгликка қўйиб ҳам (1) тенгламанинг (2) ва (3) чегаравий шартларини қаноатлантирувчи ечимини ҳосил қиламиз. Бу ечимни $u_n(x,t)$ билан белгилаймиз:

$$u_n(x,t)=\sin\frac{n\pi}{l}x\left(C_n\cos\frac{an\pi}{l}t+D_n\sin\frac{an\pi}{l}t\right). \qquad (15)$$

n нинг ҳар бир қиймати учун биз ўзининг *C* ва *D* ўзгармас сонларини олишимиз мумкин ва шунинг учун уларни C_n ва D_n деб ёзамиз (ўзгармас *B* сон C_n ва D_n га киритилган). (1) тенглама чизиқли ва бир жинсли бўлгани учун ечимларнинг йиғиндиси ҳам ечим бўлади ва шунинг учун

$$u(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}u_n(x,t)$$

ёки

$$u(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}\left(C_n\cos\frac{an\pi}{l}t+D_n\sin\frac{an\pi}{l}t\right)\sin\frac{n\pi}{l}x, \quad (16)$$

қатор билан тасвирлаиган функция ҳам (1) дифференциал тенгламанинг (2) ва (3) Чегаравий шартларни қаноатлантирувчи ечими бўлади. Агар C_n ва D_n коэффициентлар шундай бўлсаки, (16) қатор ва бу қаторни *x* ва *t* бўйича икки марта ҳадлаб дифференциаллашдан ҳосил бўлган қаторлар яқиндашувчи бўлса, шундай ҳолдагина (16) қатор (1) тенгламанинг ечими бўлиши равшан.

(16) ечим (14) ва (15) бошланғич шартларни ҳам қаноатлантириши керак. Бунга биз C_n ва D_n ўзгармас сонларни танлаб олиш йўли билан эришамиз. (16) тенгликка $t = 0$ ни қўйиб, ушбуни ҳосил қиламиз:

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n \sin\frac{n\pi}{l}x. \qquad (17)$$

Агар $f(x)$ функцияни *(0,l)* интервалда Фурье қаторига ёйиш мумкин бўлса у ҳолда

$$C_n = \frac{2}{l}\int_0^l f(x)\sin\frac{nx}{l}xdx \qquad (18)$$

деб фараз қилинса, (17) шарт бажарилади. Энди (16) тенглик ҳадларини t бўйича дифференциаллаймиз ва $t=0$ деб фараз қиламиз. (15) шартдан ушбу тенглик ҳосил бўлади;

$$\varphi(x) = \sum_{n=1}^{\infty} D_n \frac{an\pi}{l}\sin\frac{n\pi}{l}x.$$

Бу қаторнинг Фурье коэффициентларини аниқлаймиз:

$$D_n\frac{an\pi}{l} = \frac{2}{l}\int_0^l \varphi(x)\sin\frac{n\pi}{l}xdx$$

ёки

$$D_n = \frac{2}{an\pi}\int_0^l \varphi(x)\sin\frac{n\pi}{l}xdx \qquad (19)$$

Шундай қилиб, биз C_n ва D_n коэффициентлари (18) ва (19) формулалар билан аниқланадиган (16) қатор, агар уни икки марта ҳадлаб дифференциаллаш мумкин бўлса, (I) тенглама-нинг (2)—(5) чегаравий ва бошланғич шартларини қаноатлантирувчи ечими бўлган *u(x,,t)* функциядан иборат эканини исботладик.

Адабиёт

Тешабоева Н.Х. Математик физика тенгламалари.Тошкент. “Ўқитувчи” 1980, 351б.

ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

[1]Рўзимов А, [2]Эшпулатов Б.

[1]Ташкентский химико-технологический институт

[2]Навоийский государственный педагогический институт, старший преподаватель

Трубопроводные системы являются одной из основных составляющих нефтегазовых и нефтехимических производств, поэтому от технического состояния трубопроводов в значительной мере зависит их безопасность. В наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации находятся трубопроводные системы насосных и компрессорных установок, поскольку испытывают значительные вибрационные воздействия, как со стороны машин, так и со стороны транспортируемой среды. Эти воздействия имеют сложную природу и вызваны пульсацией давления, срывом потока, изменением направления и скорости его движения, акустическими резонансами, взаимодействием потоков в местах ветвления трубопровода и другими факторами. В ряде случаев вибрационное воздействие передается на опоры трубопровода через грунт. При проектировании трубопроводных систем практически невозможно учесть взаимодействие перечисленных выше факторов, оценить уровень и параметры вибрационных воздействий на трубопроводную систему и, следовательно, определить ресурс безопасной эксплуатации трубопроводов. Ресурс трубопроводов, испытывающих вибрационное воздействие, определяется уровнем циклически изменяющихся напряжений, которые приводят к накоплению повреждений на наиболее нагруженных участках и последующему усталостному разрушению или нарушению герметичности соединений. Поэтому для прогнозирования ресурса необходимо уметь правильно оценить напряженно-деформируемые состояния эксплуатируемых трубопроводных систем.

Другим фактором риска является пересечение зоны разлома. Проектирование перехода через зону разлома основано на использовании способности стальных трубопроводов, деформироваться в соответствии с движением грунта в неупругой области. При проектировании трубопровод ориентируют при пересечении зоны разлома так, чтобы он подвергался растягивающим напряжениям, поскольку предельные состояния по несущей способности при сжатии (местный изгиб или потеря продольной устойчивости) обычно наступают при напряжениях значительно меньших, чем уровни растягивающих напряжений, приводящие к разрыву. Однако это не всегда возможно. При этом предельно допустимые за весь срок эксплуатации деформации в основаниях объектов(трубопровода), согласно СНиП 2.01.09-91[1], не должны превышать для относительного горизонтального растяжения или сжатия 1мм/м; радиус кривизны не менее 20 км; наклон 3 мм/м; уступ 1 см и крен фундамента 0,005, согласно СНиП 2.02.01-83 [2]. При превышении указанных величин смещения считаются опасными.

Таблица 1- Схемы исследования сейсмических воздействий при проектировании трубопроводов

Схемы	Вероятность землетрясения	Требования к параметрам трубопровода	Решение
Уровень 1	Высокая вероятность проявления в течение срока эксплуатации (½ за весь срок службы трубопровода) со слабым сейсмическим воздействием .	Не допускаются сильные деформации (условная деформация не более 1 %).	Определение удельного спектра скоростей через спектр ускорений волн .
Уровень 2	Сильное сейсмическое воздействие с низкой вероятностью проявления в течение срока эксплуатации	Допускаются деформации до 3 %, но без потери целостности.	1 Для материковых землетрясений исследование спектра скоростей в гипоцентре. 2. Анализ тектонических разломов

Одним из принятых элементов в практике проектирования, обеспечения надежности эксплуатации трубопроводов в подобных зонах является увеличение толщины стенки, то есть повышение прочностных свойств трубопровода. Однако существует и другой подход, представленный в Методике по сейсмопроектированию магистральных трубопроводов [3], разработанной в 2000 г. Японской Газовой Ассоциацией.

В соответствии с данными рекомендациями был разработан алгоритм, который включает:

1. Определение параметров трубопровода.
2. Определение участков с сейсмическими воздействиями.

3. Оценка возможных нагрузок и воздействий.
4. Моделирование взаимодействия трубы с грунтом.
5. Анализ возможных деформаций трубопровода.
6. Расчет параметров трубопровода.

В рекомендуемой методике по сейсмопроектированию магистральных трубопроводов [3] предлагается рассматривать два возможных уровня исследования сейсмических воздействий при проектировании (таблица 1).

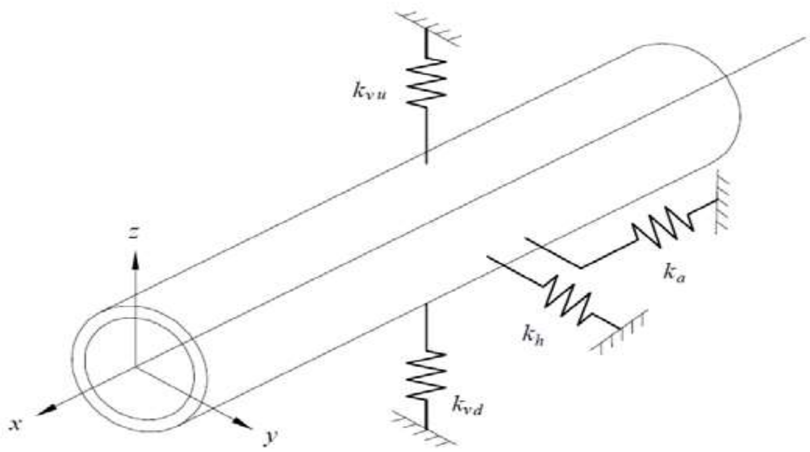


Рис. 1. Модель взаимодействия трубопровод- грунт.

Ввиду потенциально высокого уровня сейсмических воздействий на трубопровод и вместе с тем относительно невысокой вероятностью проявления, принимаем второй сценарий исследования. Сейсмические воздействия вызывают так называемый сейсмический снос. При этом смещение грунта происходит в горизонтальном направлении(рис.1).

Для расчета пиковой рабочей нагрузки воспользуемся следующим равенством, с учетом механического упрочнения трубной стали:

$$\left(\frac{\sigma_{cr0}}{\sigma_c}\right)^N = -\frac{1}{2\alpha}\left(1+\frac{1}{N}\right)+\frac{4}{3\alpha\sqrt{N}}\frac{E}{\sigma_0}\frac{t}{D},$$

где σ_{cr0} - пиковая нагрузка без учета внутреннего давления; σ_0 - предел текучести стали; α и N –параметры Рамберга–Осгуда, принимаем α=1,2; E-модул упругости; t – толщина стенки; D – диаметр. Параметр N принимается равным 19,9; 52,17; 65; 72 в зависимости от отношения напряжений по диаграмме Рамберга – Осгуда. Расчет проводился для четырех видов стали с Y/T, равным 0,82; 0,78; 0,75; 0,72. Далее рассчитываем напряжение с учетом геометрии трубопровода, нелинейных свойств материала и внутреннего давления [3]:

$$\left(\frac{\sigma_{cr0}}{\sigma_c}\right)(1+f_i\sigma_r)^{-2} = 1-2.1f_i\exp(-0.92f_i),$$

где f_i- конструктивный параметр, принятый 0; 0,4; 0,6; 0,8; σ_r- отношение напряжений, полученных по диаграмме Рамберга-Осгуда при 1,5 и 0,5 % деформациях соответственно: $\sigma_r = \frac{\sigma_{1,5}}{\sigma_{0,5}}$. Значения σ_r - 1,08; 1,03; 0,97; 0,95.

Таблица 2 – Расчет пиковой деформации.

ε_{cr0}	C_c	C_c	C_c	C_c
0,0057059	1	2,050721	2,716098	3,474827

37				
0,0039098 56	1	1,990809	2,612904	3,319467
0,00363,16 766	1	1,931785	2,511709	3,16766
0,0034839 18	1	1,902606	2,46186	3,093089

Пиковые деформации могут быть определены из выражения:

$$\varepsilon_{cr} = k_\sigma \frac{\sigma_0}{E}, \quad \text{где} \quad k_\sigma = \bar{\sigma}_0 + \alpha \bar{\sigma}_0^N, \quad \bar{\sigma}_0 = \frac{\sigma_{cr0}}{\sigma_0}$$

Множитель C_c позволит выстроить кривые в обобщенную кривую:

$$C_c = (1 + f_i \sigma_r)^2 \left[1 + \frac{f_i}{\alpha^{0,1}} \left(\frac{t}{D} \right)^2 \right]^{0,5}$$

Наконец, получим равенство для нахождения пиковых деформаций:

$$\frac{\varepsilon_{cr}}{\varepsilon_{cr0}} (1 + f_i \sigma_r)^2 \left[1 + \frac{f_i}{\alpha^{0,1}} \left(\frac{t}{D} \right)^2 \right]^{0,5} = 1 + 3,9 \exp(2,0 f_i)$$

Для нахождения пикового изгибающего момента воспользуемся следующим выражением [3]:

$$\frac{M_{cr}}{M_{cr0}} (1 + f_i \sigma_r)^2 = \frac{4}{\pi} 2,4 \exp(-80 f_i),$$

где M_{cr} -пиковый изгибающий момент; M_{cr0} -пиковый изгибающий момент без учета внутреннего давления. На основе полученных данных построим кривые для определения зависимости $\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{cr0}}$ и ε_{cr} при различных значениях f_i и Y/T (рис . 2.2). Для нахождения максимальных деформаций при подвижках грунта обратимся к следующему выражению:

$$\varepsilon_{SBM\max} = \frac{qw^2}{3\pi EDt}.$$

где q -максимальной сопротивлению грунта сдвигу, w - диапазон действия сейсмической волны (в расчетах рассмотрен диапазон от 0 до 200 м). Данное выражение описывает деформации трубопровода по теории упругой балки.

При достижении некой критической величины коридора действия сейсмической волны трубопровод следует рассчитывать по теории упругого стержня:

$$\varepsilon_{SBM\max} = \frac{\pi^2 D}{w^2} \delta_{\max},$$

где δ_{max} -максимальная величина подвижек грунта, в расчетах приняты значения 1, 2, 3 м. Рассчитав значения деформаций на участке от 0 до 200 м по двум расчетным формулам, получим зависимость максимальной деформации трубопровода от отношения Y/T, величины подвижки грунта и зоны влияния волны (таблица 2). Для построения горизонтальных линий (максимальные деформации для трубных сталей) использованы данные, полученные выше . Трубопровод рассчитан по теории упругой балки (восходящая часть графика), а также по теории упругого стержня (нисходящая ветвь графика). В точке пересечения имеем максимальные деформации. При переходе через пиковую точку труба перестает работать как балка и начинает деформироваться как стержень. Как видно из графика, выбранная сталь с отношением временного сопротивления разрыву к пределу текучести в 0,75 не пригодна для работы в сейсмоопасных зонах, уже при подвижках грунта в 2 м эксплуатация трубопровода будет нарушена. Альтернативный вариант стали с Y/T = 0,84. Заметно, что пик деформаций не достигает допустимых деформаций для трубных сталей 08ХМЧА, 13ХФА, у которых $\sigma_{вр}$ =570МПа; $\sigma_{тк}$= 480 МПа; Y/T<0.85. Предложенная методика позволяет выбрать марки стали наиболее пригодные для работы в сейсмически опасных районах.

Рассчитав значения деформаций на участке от 0 до 200 м по двум расчетным формулам, получим зависимость максимальной деформации трубопровода от отношения Y/T, величины подвижки грунта и зоны влияния волны . Для построения горизонтальных линий (максимальные деформации для трубных сталей) использованы данные, полученные выше. Трубопровод рассчитан по теории упругой балки (восходящая часть графика), а также по теории упругого стержня (нисходящая ветвь графика). В точке пересечения имеем максимальные деформации. При переходе через пиковую точку труба перестает работать как балка и начинает деформироваться как стержень. Как видно из графика рис.2.2 , выбранная сталь с отношением временного сопротивления разрыву к пределу текучести в 0,75 не пригодна для работы в сейсмоопасных зонах, уже при подвижках грунта в 2 м эксплуатация трубопровода будет нарушена. Альтернативный вариант стали с Y/T =0,84. Заметно, что пик деформаций не достигает допустимых деформаций для трубных сталей 08ХМЧА, 13ХФА, у которых $\sigma_{вр} = 570 МПа; \sigma_{тек} = 480 МПа;$ Y/T <0,85. Предложенная методика позволяет выбрать марки стали наиболее пригодные для работы в сейсмически опасных районах. Согласно СНиП 2.05.06—85 магистральные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы подразделяются на четыре класса в зависимости от условного диаметра труб (в мм): I — 1000—1200; II — 500—1000; III — 300—500; IV — менее 300. Магистральные газопроводы в соответствии со СНиП 2.05.06—85, в зависимости от рабочего давления в трубопроводе, подразделяются на два класса: I — 2,5—10 МПа; II — 1,2—2,5 МПа.

Литературы

1.Бате, К. Численные методы анализа и метод конечных элементов /К. Бате, Е. Вильсон /Под ред. А.Ф. Смирнова – М.: Стройиздат, 1982. – 448 с.

2.Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. /Ред. В.Н. Челомей – М.: Машиностроение, 1980

3. Безделев, В.В. Программная система COMPASS. Руководство пользователя. / В.В. Безделев, А.В. Буклемишев. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2000. – 120 с.

ФАНЛАРНИ ЎҚИТИШДА ДИАГНОСТИКА ҚИЛИШ УСУЛЛАРИ

Ш.Ибрагимов, Қ.Раҳимов,
Фарғона давлат университети

Мустақил ривожланиш йўлидан бораётган Республикамизда янги иқтисодий шароитлар рўёбга келдики, бу ишлаб чиқариш ва жамиятнинг барча соҳаларида, хусусан, таълим тизимида ҳам қатор ислоҳотларни амалга оширишни тақозо этади. Фан ва техника тараққиётининг жадал кечаётгани, рақамли технологияларнинг кенг қўлланилаётганлиги, ўқувчиларга берилиши лозим бўлган билимлар кўламининг тобора ошиб бораётганлиги, таълимни тубдан яхшилашни, фанлар бўйича миллий ва маҳаллий шароитларга мос келадиган ҳамда малакали мутахассисларни тайёрлаш имконини берадиган дастур ва дарсликлар, таълимнинг замонавий методларини ишлаб чиқишни талаб қилади.

Замонавий таълим тизими талабага “объект” сифатида эмас, балки “субъект” сифатида ёндашишни тақозо этмоқда. Бу эса ўз навбатида шахснинг билиш ва ижодий фаоллигини ривожлантиришда мустақил таълимнинг долзарблигини оширмоқда [4].

Олий таълим тизимининг асосий вазифаларидан бири турли фанлар соҳасида чуқур назарий ва амалий билимлар олиш, фаннинг ўрганилмаган йўналишлари бўйича мустақил ишлай олиш, ўз билим ва кўникмаларини мустақил равишда кенгайтириш, шунингдек, ижодий ёндашув асосида муаммоли вазиятларни тўғри таҳлил қилишдир [5].

Ўқитувчи-педагогларни билим ва кўникмаларини доимий оширишда диагностика аҳамияти ҳақида гапиришдан олдин диагностикани умумий ёндашув ҳамда диагностикалашни амалий педагогик фаолият жараёни сифатида қабул қиламиз. Диагностика – бу дидактик жараён кечадиган барча шароитларни ойдинлаштириш, унинг натижаларини белгилаш демак. Диагностикасиз дидактик жараённи самарали бошқариш, мавжуд шароитда оптимал натижаларга эришиш мумкин эмас.

Ўқитиш сифатини ошириш учун ўқитувчи диагностиканинг мавжуд шакллари ва усулларини тўғри танлай олиши ва қўллаши, назоратнинг мақсад ва функцияларини аниқ белгилаши керак.

Замон талаблари талабларидан келиб чиқиб, педагог ўзида мавжуд бўлган билим ва кўникма билан чекланиб қолмасдан, хорижий мамлакатлар тажрибасини қунт ва сабр билан ўрганиб, ундан кейин ўз ўқувчиларига сабоқ беришлари эътибор марказида бўлиши зарур.

Ўқув жараёнини дидактик диагностика қилишнинг мақсади таълим самарадорлигини таҳлил қилишдан иборат бўлиб, бу таҳлил ўқув жараёни билан боғлиқ ҳолда аниқланиши, баҳоланиши ва таҳлил қилиниши муҳимдир. Юқоридагилардан билдирилган фикр мулоҳазалардан диагностика таълим олувчиларнинг билим, кўникма ва малакаларини анъанавий текширишга нисбатан кенгроқ ва чуқурроқ маъно касб этишишини хулоса қилиш мумкин. Таълим олувчиларнинг билимини баҳолаш ёки текшириш фақат натижаларни қайд этиш билан чегараланади, бироқ уларнинг келиб чиқишини изоҳламайди. Диагностика натижаларини уларга эришиш йўллари ва воситалари, усуллари билан алоқадорликда баҳолайди, таълим самарасини таъминловчи жараён ва босқичларни аниқлайди:

Ташхисланувчан деганда ўқувчиларда шаклланаётган маълум сифат ёки хусусиятларни ўлчаш ва баҳолаш тушунилади. Мақсад диагностик тарзда ўрнатилиши мумкин, агар:

– шаклланаётган билим, кўникма ва шахс сифатлари етарли даражада аниқ ва равшан ифода этилиши ва тавсифланиши керакки, натижада уларни бошқа ҳар қандай **ижтимоий** тажриба элементларидан хатосиз **фарқлаш** мумкин бўлса (Иф);

– диагностика қилинаётган шахс сифатларининг шаклланганлик даражасини аниқлаб оладиган усул, “қурол” мавжуд бўлса ва ўлчаш амалга оширилса (Ўш);

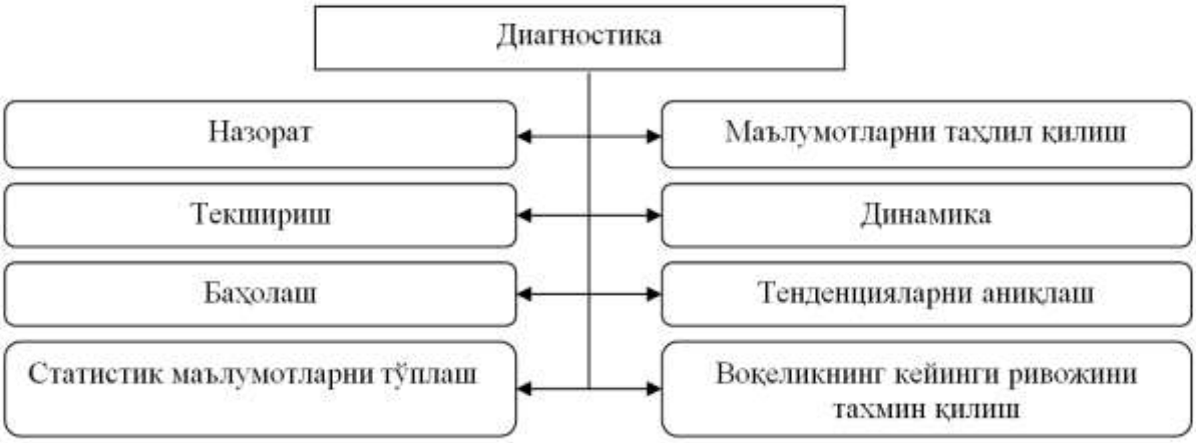
– ўлчаш натижаларига таяна оладиган сифатларни **баҳолаш мезони** мавжуд бўлса (Бм).

Шундай қилиб, таълим жараёнини диагностика қилишнинг рамзий формуласини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\text{Тш}=\text{Иф}+\text{Ўш}+\text{Бм}$$

Ҳар бир дарсда таълим мақсадининг аниқ ўрнатилиши ўқитиш технологиясини лойиҳалашда муҳим шартлардан бири саналади.

Фан мавзулари бўйича ўқитишнинг диагностикаланувчан мақсади қандай ўрнатилади? Ҳар қандай фан шаклланган вақтдан бошлаб то ҳозирги вақтгача катта ҳажмдаги маълумот (ахборот)лар мужассамлаштирган бўлиб, бу маълумотлар юқори тезликда бойитиб бориляпти. Мутахассисларнинг маълумотига кўра, жаҳонда ахборотлар ҳажми бир соатда 200 млн. сўз тезлик билан ошиб бораяпти ёки буни бошқача изоҳлаганда бир соатда 5000 саҳифага тенг босма матн кўринишидаги ахборот вужудга келмоқда.



Диагностиканинг асосий таркибий қисмлари

Инсон эса бу вақт оралиғида ярим варақ янги илмий матнни ўзлаштиришга қодир экан. Ахборотларнинг бундай оқимида ўқувчи(талаба)нинг ахборотлар уммонига “ғарқ” бўлиб кетмаслиги учун ўқитувчи нима қилиши керак? Бунинг учун ўқитишда фақат зарурий ахборотларнигина танлаб олиш ва ўқувчининг ўзлаштириш қобилиятига мос ҳолда улар ҳажмини миқдорий ўлчамга келтириш зарур.

Ўқувчиларнинг билим, кўникма ва малакаларини назорат қилиш, баҳолаш диагностикалашнинг зарурий таркибий қисмлари саналади. Назорат ва баҳолаш таълим жараёни ривожининг доимий ҳамроҳи бўлиб келган. Шунга қарамай, бугун ҳам баҳолашнинг мазмуни, технологиялари ҳақида қизғин мунозаралар давом этмоқда. Масаланинг асосий моҳиятини педагоглар баҳо нимани қайд этиши лозимлигини аниқлашга қаратилган бўлиб, педагогларнинг фикрларича, баҳо сифатида :

1) таълим олувчининг ўзлаштириш даражасини қатъий белгиловчи – сифат кўрсаткич, ёки;

2) у ёки бу таълим тизимининг устунлиги, камчиликларини кўрсатувчи кўрсаткич сифатида аниқ белгиланиши зарур.

Таълим жараёнининг муҳим таркибий қисмларидан бири - назорат ва ҳисобга олишдир. Бу тушунча ўзига хос моҳият ва хусусиятларга эга. Ўқитувчи назорат ва ҳисобга олишни тўғри ташкил этса, таълим жараёнининг самарадорлиги ортади. Бунинг учун ўқитувчи ўқувчининг ўқув материалларини ўзлаштириш даражасини аниқлаб бериши лозим.

Назорат (таълим жараёнида) таълим олувчининг билим, кўникма ва малакалари даражасини аниқлаш, ўлчаш ва баҳолаш жараёнини англатади. Аниқлаш ва ўлчаш текшириш деб ҳам аталади.

Текшириш – назоратнинг таркибий қисми бўлиб, унинг асосий дидактик вазифаси ўқитувчи ва ўқувчилар ўртасида тескари алоқани таъминлаш, педагог томонидан ўқув материалини ўзлаштириш ҳақида объектив ахборот олиниши, билимлардаги камчилик ва нуқсонларни ўз вақтида аниқлашни таъминлашдир. Текширишнинг мақсади нафақат ўқувчининг билим даражаси, сифати, шунингдек, унинг ўқув меҳнати ҳажмини ҳам аниқлашдан иборат.

Текшириш тизимидаги биринчи босқич таълим олувчиларнинг билим даражасини олдиндан аниқлаш ҳисобланади. Одатда, у ўқув йили бошида ўқувчилар томонидан аввалги ўқув йилида ўзлаштирилган билимлари даражасини аниқлаш мақсадида ўтказилади. Бу каби текшириш, шунингдек, ўқув йилининг ўртасида янги бўлим (курс)ни ўрганишга киришилганда ҳам ўтказилиши мумкин ва ўринли.

Билимларни текширишнинг иккинчи босқич ҳар бир мавзуни ўзлаштириш жараёнидаги жорий текширишдир. Жорий текшириш таълим олувчилар томонидан ўқув дастурида белгиланган айрим алоҳида элементларни ўзлаштириш даражасини диагностикалаш имконини беради.

Оралиқ текшириш билим, кўникма ва малакаларни текширишнинг учинчи босқичи саналиб, ўқувчиларнинг ўқув материалининг муайян боб ёки бўлимлари бўйича ўзлаштирган билим, кўникма ва малакалари даражасини аниқлаш, баҳолаш шакли. Диагностиканинг бошқа шакл ва методлари билан бирга қўлланилсагина ушбу текшириш кўтилган самарани беради.

Тизимнинг тўртинчи босқичи – ўқувчиларнинг билим, кўникма ва малакаларини яхлит бўлим ёки курснинг алоҳида мавзуси бўйича даврий текшириш ҳисобланади. Мазкур текширишнинг мақсади – курснинг турли қисмларида ўрганилган ўқув материалининг структуравий элементлари ўртасидаги ўзаро алоқаларни ўзлаштириш сифатини диагностикалаш. Даврий текширишнинг асосий вазифаси – тизимлаштириш ва умумлаштириш.

Текширишни ташқил этишда бешинчи босқич таълим олувчиларнинг таълим жараёнининг барча босқичларида эгалланган билим, кўникма ва малакаларини якуний текшириш ва ҳисобга олишдир. Ўзлаштиришнинг якуний ҳисоби ҳар бир чорак ва ўқув йили охирида ўтказилади. У олинган баҳоларни қўшиб, ўртача арифметик баллни механиқ тарзда чиқаришдангина иборат бўлмаслиги лозим. Бу, аввало, мазкур босқичда белгиланган мақсадга мувофиқ тарзда мавжуд билим даражаси (сифати)ни диагностикалашдир.

Назорат қилишнинг асосий вазифаси ўқувчиларнинг билим, кўникма ва малакалари даражасини аниқлаш ва баҳолашдан иборат. Бу ўқув материалларини ўрганишнинг кейинги босқичига ўтиш имкониятларини аниқлаштиради ва ўқитувчининг ўқув метод ҳамда усулларини тўғри танлаганини назорат қилади. Назорат қилиш вазифаси ўқув материалларини ўрганишнинг мақбўл йўлларини топиш билан боғлиқдир.

Назоратнинг тарбиявий аҳамияти шундан иборатки, ўқувчилар текширишга тайёр бўлиш учун дарсларни ўз вақтида тайёрлайдилар, бўш вақтларидан унумли фойдаланишга ҳаракат қиладилар, интизомга ўрганадилар.

Энг асосийси ўзлаштиришни ҳисобга олиш шахснинг ижобий фазилатларини шакллантириш, яхши ўқишга хоҳиш уйғотиш, ўқув ишларига виждонан ёндашиш, жавоб беришга тайёрланишда мустақил бўлиш ҳамда билиш фаолиятини чуқурлаштиришга йўналтирилмоғи лозим.

Агар назоратнинг ўқитиш ва тарбиялаш вазифалари тўғри амалга оширилса, шахснинг тафаккўрини ривожлантириш ҳамда ҳис-туйғулари ва ахлоқий сифатларини тарбиялашга имкон туғилади. Бу ўз-ўзидан назоратнинг ривожлантирувчи вазифаси саналади.

Маълумки, бугун таълим тизимида янги рейтинг назоратидан кенг фойдаланилмоқда. Рейтинг деганда баҳолаш, тартибга келтириш, классификациялаш, биронта ҳодисани олдиндан белгиланган шкала бўйича баҳолаш тушунилади.

Шкалалаш – аниқ жараёнларни рақамлар тизими ёрдамида моделлаштириш. Унинг турли услублари сифат тавсифларини миқдорий ўзгаришларга айлантиришга ёрдам беради.

Тест – аниқ мақсад асосида муайян ҳолат даражасини сифат ва миқдорий кўрсаткичларда белгилашга имкон берувчи синов воситаси.

Педагогик амалиётда тестнинг бир қатор афзалликлари кўзга ташланади. Улар қуйидагилардир:

1) назорат учун вақтнинг кам сарфланиши;

2) назарий ва амалий билим даражасини объектив шароитда аниқлаш имконининг мавжудлиги;

3) бир вақтнинг ўзида кўп сонли ўқувчилар билан назоратни ташқил этиш мумкинлиги;

4) билим натижаларининг ўқитувчи томонидан қисқа муддатда текширилиши;

5) барча ўқувчиларга бир хил мураккабликдаги саволлар берилиб, улар учун бир хил шароитнинг яратилиши.

Ўқувчилар билимини баҳолашнинг беш балли тизимининг эскирганлиги, замон талабларига жавоб бера олмагани, уни рейтинг тизими асосида баҳолаш услуби билан алмаштиришни тақозо этади. Рейтинг тизими олинган баҳо билан эгалланган билим ўртасида тафовут келиб чиқишининг олдини олади.

Хулоса қилиб айтиш мумкинки ўқитувчи педагогларни билим ва кўникмаларини доимий оширишда диагностика қилишни шундай усулларидан фойдаланиш зарурки ўқитувчининг мустабидлиги ҳамда унинг таълим жараёнида якка ҳукмронлигини таъминлашга хизмат қилмаслииги керак. Баҳолаш мезони ўқитувчи ва ўқувчи ўртасида ихтилофларни келтириб чиқаришга эмас, аксинча, ўзаро фаол ҳамкорлик, бир-бирини тушуна олишлари учун хизмат қилиши лозим. Баҳолаш мезони фақатгина ўқувчилар томонидан билим, кўникма ва малакаларнинг ўзлаштирилиш даражасини назорат қилиш учунгина эмас, балки таълимни диагностика этишнинг фаол кўмакчисига айланиши зарур.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. 2017 — 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси. ЎзР Президентининг 07.02.2017 й. ПФ-4947-сонли Фармони

2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги ПФ-5763-сон "Олий ва ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида"ги Фармони.

3. Таълим тугрисидаги конун. Янги тахрири 23.09.2020 й.№ ЎРҚ-637

Қонунчилик палатаси томонидан 2020 йил 19 майда қабул қилинган

Сенат томонидан 2020 йил 7 августда маъқулланган.

4. Абдурахмонов С.М., Ибрагимов Ш.М. Талабаларни мустақил таълимини ташкил этишнинг ташкилий усуллари. ФарДУ илмий хабарлари. №2, 2020 йил

5. Абдурахмонов С.М.,Билолов И.У., Ибрагимов Ш.М. Об организации самостоятельной работы студентов. Материалы XI Международной научно-методической конференции. Минск, 12–13 декабря 2019 года

ДЕЙСТВИЕ ПОДВИЖНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ НАГРУЗОК НА НЕПОДКРЕПЛЁННЫЙ ТОННЕЛЬ

Х.Б. Исматов , А.О. Умаров, Ашурова У.Д.

БухИТИ, Бухара, Узбекистан

В теоретическом аспекте решение задач колебаний неподкрепленных тоннелей под действием подвижных нестационарных нагрузок основывалось на работах [1,2]. В [3] методом разложения потенциалов на плоские волны решены первая и вторая краевые задачи теории упругости для полуплоскости с сосредоточенным внутри неё точечным источником стационарных волн, потенциал которого представлен через цилиндрические функции. А в [4], с использованием такого подхода, решена задача о стационарной нагрузке на контуре кругового отверстия в полупространстве. Используя идею этих работ о суперпозиции решений и переразложении плоских волн в ряды по цилиндрическим функциям, в [5] получено точное аналитическое решение для дозвукового случая, когда скорость движущейся нагрузки меньше скорости волн Релея.

Постановка задачи для кругового тоннеля. Используя для исследований модельный подход, представим тоннель как бесконечно длинную круговую цилиндрическую полость радиусом $r = R$, расположенную в линейно-вязкоупругом, однородном и изотропном полупространстве $x \le h$ параллельно его горизонтальной границе (земной поверхности). Определим реакцию полупространства на движущуюся с постоянной дозвуковой скоростью c по поверхности полости в направлении оси Z нагрузки P.

Так как рассматривается установившийся процесс, то картина деформаций стационарна по отношению к движущейся нагрузке. Поэтому удобно перейти к подвижной системе координат $\eta = z - ct$, связанной с нагрузкой P. Тогда уравнение движения записывается в виде

$$\left(\frac{1}{M_p^2} - \frac{1}{M_s^2}\right)\text{grad div}\mathbf{u} + \frac{1}{M_s^2}\nabla^2\mathbf{u} = \frac{\partial^2\mathbf{u}}{\partial\eta^2}. \qquad (1)$$

Здесь $M_p = c/c_p$, $M_s = c/c_s$ – числа Маха; $c_p = \sqrt{(\bar{\lambda} + 2\bar{\mu})/\rho}$, $c_s = \sqrt{\bar{\mu}/\rho}$ – комплексные скорости распространения волн расширения – сжатия и сдвига в среде.

При действии нагрузки на поверхность полости, имеем

$$\sigma_{rj}\Big|_{r=R} = P_j(\theta, \eta), \quad j = r, \theta, \eta, \qquad (2)$$

где σ_{rj} – компоненты тензора напряжений в среде, $P_j(\theta,\eta)$ – составляющие интенсивности подвижной нагрузки $P(\theta,\eta)$.

Так как граница полупространства свободна от нагрузок, то при $x = h$

$$\sigma_{xx} = \sigma_{xy} = \sigma_{x\eta} = 0. \qquad (3)$$

Преобразуем уравнение (1), выразив вектор смещения упругой среды через потенциалы Ламе

$$\mathbf{u} = \text{grad}\varphi_1 + \text{rot}\boldsymbol{\psi}. \qquad (4)$$

Потенциал $\boldsymbol{\psi}$ можно представить в виде [6]

$$\boldsymbol{\psi} = \varphi_2\mathbf{e}_\eta + \text{rot}(\varphi_3\mathbf{e}_\eta),$$

где $\mathbf{e}_\eta$ – орт оси η.

С учётом этого, (5) примет вид

$$\mathbf{u} = \text{grad div}\,\varphi_1 + \text{rot}(\varphi_2\mathbf{e}_\eta) + \text{rot rot}(\varphi_3\mathbf{e}_\eta). \qquad (5)$$

Из (4) и (5) следует, что потенциалы φ_j удовлетворяют видоизменённым волновым уравнениям

$$\nabla^2\varphi_j = M_j^2\frac{\partial^2\varphi_j}{\partial\eta^2}, \; j = 1, 2, 3. \qquad (6)$$

Здесь $M_1 = M_p$, $M_2 = M_3 = M_s$.

Выразим компоненты напряжённо-деформированного состояния (НДС) среды через потенциалы φ_j. Компоненты вектора $\mathbf{u}$ в цилиндрической и декартовой системах координат [6,7]:

$$u_r = \frac{\partial\varphi_1}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\varphi_2}{\partial\theta} + \frac{\partial^2\varphi_3}{\partial\eta\partial r}, \qquad u_\theta = \frac{1}{r}\frac{\partial\varphi_1}{\partial\theta} - \frac{\partial\varphi_2}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial^2\varphi_3}{\partial\eta\partial\theta},$$

$$u_\eta = \frac{\partial\varphi_1}{\partial\eta} + m_s^2\frac{\partial^2\varphi_3}{\partial\eta^2}; \qquad u_x = \frac{\partial\varphi_1}{\partial x} + \frac{\partial\varphi_2}{\partial y} + \frac{\partial^2\varphi_3}{\partial x\partial\eta}, \qquad (7)$$

$$u_y = \frac{\partial \varphi_1}{\partial y} - \frac{\partial \varphi_2}{\partial x} + \frac{\partial^2 \varphi_3}{\partial y \partial \eta}, \quad u_\eta = \frac{\partial \varphi_1}{\partial \eta} + m_s^2 \frac{\partial^2 \varphi_3}{\partial \eta^2},$$

где $m_s^2 = 1 - M_s^2$.

Объёмная деформация

$$\varepsilon = \mathrm{div}\,\mathbf{u} = \nabla^2 \varphi_1. \tag{8}$$

Используя закон Гука, с учётом (7), (8) находим выражения для компонент тензора напряжений в цилиндрических и декартовых координатах

$$\sigma_{\eta\eta} = (2\mu + \lambda M_p^2)\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \eta^2} + 2\mu m_s^2 \frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial \eta^3},$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \lambda M_p^2 \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \eta^2} + \frac{2\mu}{r}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \theta^2} + \frac{\partial \varphi_1}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial \varphi_2}{\partial \theta} - \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial r \partial \theta} + \frac{1}{r}\frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial \theta^2 \partial \eta} + \frac{\partial^2 \varphi_3}{\partial r \partial \eta} \right),$$

$$\sigma_{rr} = \lambda M_p^2 \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \eta^2} + 2\mu\left(\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial \theta \partial r} - \frac{1}{r^2}\frac{\partial \varphi_2}{\partial \theta} + \frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial r^2 \partial \eta} \right),$$

$$\sigma_{r\eta} = \mu\left(2\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \eta \partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial \theta \partial \eta} + (1 + m_s^2)\frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial \eta^2 \partial r} \right), \tag{9}$$

$$\sigma_{\eta\theta} = \mu\left(\frac{2}{r}\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \theta \partial \eta} - \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial r \partial \eta} + \frac{(1 + m_s^2)}{r}\frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial \theta \partial \eta^2} \right),$$

$$\sigma_{r\theta} = 2\mu\left(\frac{1}{r}\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \theta \partial r} - \frac{1}{r^2}\frac{\partial \varphi_1}{\partial \theta} - \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial r^2} - \frac{m_s^2}{2}\frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial \eta^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial r \partial \eta \partial \theta} - \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \varphi_3}{\partial \eta \partial \theta} \right);$$

$$\sigma_{\eta\eta} = (2\mu + \lambda M_p^2)\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \eta^2} + 2\mu m_s^2 \frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial \eta^3},$$

$$\sigma_{yy} = \lambda M_p^2 \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \eta^2} + 2\mu\left(\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial y^2 \partial \eta} \right),$$

$$\sigma_{xx} = \lambda M_p^2 \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \eta^2} + 2\mu\left(\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial x^2 \partial \eta} \right),$$

$$\sigma_{x\eta} = \mu\left(2\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \eta \partial x} + \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial y \partial \eta} + (1 + m_s^2)\frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial \eta^2 \partial x} \right),$$

$$\sigma_{\eta y} = \mu\left(2\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial y \partial \eta} - \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial x \partial \eta} + (1 + m_s^2)\frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial y \partial \eta^2} \right),$$

$$\sigma_{xy} = 2\mu\left(\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial x^2} - \frac{m_s^2}{2}\frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^3 \varphi_3}{\partial x \partial y \partial \eta} \right).$$

Таким образом, для определения компонент напряженно– деформированного состояния среды необходимо решить уравнения (7) совместно с граничными условиями.

Применим в подвижной системе координат к уравнениям движения и граничным условиям комплексное преобразование Фурье вида [8]

$$\overline{\varphi}(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\eta) e^{-i\xi\eta} d\eta \quad , \tag{10}$$

$$\varphi(\eta) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \overline{\varphi}(\xi) e^{i\xi\eta} d\xi \quad .$$

Записывая общее решение преобразованных уравнений движения тоннеля в виде (7)-(10), находим следующую систему алгебраических уравнений для определения безразмерных трансформант перемещений срединой поверхности

$$-\xi^2 U_0 + i\xi G_1 w_0 = -\zeta^2 \frac{1-G_1}{3} G_0^2 U_0; \tag{11}$$

$$i\xi G_1 U_0 - \frac{1-G_1}{3} G_0^2 \zeta^2 w_0 + \left(1 + \frac{k^2\zeta^4}{12}\right) w_0 -$$

$$-\frac{1-G_1}{2k} \frac{\zeta G_{11}}{\gamma} w_0 = C_2 P_{10};$$

где $G_1 = G_2 / G_1;\ k = h/a;\ P_{10} = P_0 a / Eh$; $\{U_0,\ W_0\} = \frac{1}{h}\{U_1,\ W_1\};$

$$C_0^2 = C\left(\frac{3}{2}\frac{\rho_1}{G_1}\right);$$

Напряжение на границе мягкого слоя и упругой среде (r = b) в безразмерном виде имеет вид:

$$\sigma_{rr}^* = \int \frac{4}{\pi} \left\{ -\frac{(1-\eta) H_1^{(1)}(\overline{\alpha} a)}{\delta_1} \sin\theta + \sum^{\infty} \frac{i^{n+1} H_n(\overline{a}\ a)}{\Delta n} \sin\ n\theta \right\} e^{i\xi\eta} d\xi$$

$$\sigma_{r\theta}^* = \int \frac{2}{\pi} \left\{ -\frac{i\ \overline{\beta} a^2}{\overline{\beta}^3 a^3 H_1^{(1)}(\overline{\beta} a) + 8\eta \left(\frac{\overline{\beta}^2 a^2}{2} H^{(1)}{}_0(\beta a) - \overline{\beta} a H_1(\beta a) \right)} - \right.$$

$$-\frac{2}{\delta_1}\left[(1+\eta) H_1(\overline{\alpha}\ a) - \overline{\alpha}\ a H_0(\overline{\alpha}\ a) cos\theta\right] -$$

$$\left. -2\sum_{n=2}^{\infty} \frac{i^{n+1}\left[-nH_n^{(1)}(\overline{\alpha}\ a) + (\overline{\alpha}\ a) H_{n-11}(\overline{\alpha}\ a)\right]}{\Delta n} \cos n\theta \right\} e^{i\xi\eta}$$

где $\delta_1 = -4\eta H_1^{(1)}(\overline{\alpha}\ a) H_1(\overline{\beta}\ a) + (1+\eta)\overline{\alpha}\ a H_0(\overline{\alpha}\ a) + H_0(\overline{\beta}\ a),$

$$\Delta n = n\overline{\alpha}\ a H_{n-1}(\overline{\alpha}\ a) H_{n1}(\overline{\beta}\ a) + n(\overline{\beta}\ a) H_{n-1}(\overline{\beta}\ a) H_n(\overline{\alpha}\ a) -$$

$$-\overline{\alpha}\overline{\beta} a^2 H_{n-1}^{(1)}(\overline{\alpha}\ a) H_{n-1}^{(1)}(\overline{\beta}\ a)$$

Здесь $\delta = \rho/\rho_в$ представляет собой отношение плотности окружающей среды на плотность мягкого слоя; $\bar{\alpha}, \bar{\beta}$ - является функциями ξ и η.

Выводы.

1.Для описания поведения вязкоупругих материалов с нестабильными свойствами, не подчиняющимся принципу температурно- временной аналогии, предложено неразностное сингулярное ядро наследственности.

2. Предложен универсальный алгоритм для решений поставленных задач.

Литература

1. Safarov I.I., Akhmedov M. Sh., Rajabov O. About the Natural Oscillations Viscoelastic Toroidal Shell with the Flowing Fluid. World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development (WWJMRD) . 2017,3(7). P.295-309

2. Safarov I.I ., Марасулов А.М., Сарсенов Б.Т. Сопоставление частот собственного колебания упругого криволинейного стержня, взаимодействующих с вязкой жидкостью. Наука и жизнь Казахстана №3/2(47),2017. ISSN 2073-333X. C.144-148

3. Safarov I.I ., Тешаев М.Х. Отажонова Н.Б. О поверхностных волнах на вязкоупругом цилиндрическом диске. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. Пермь, 2017. Вып.2(37). С.53-59

4. Safarov I.I ., Тешаев М.Х., Болтаев З.И. О распространении собственных волн в диссипативных слоистых цилиндрических телах. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. Пермь, 2017. Вып.1(36). С.33-40

5. Safarov I.I ., Teshaev M. X. Akhmedov M. Sh.,Boltaev Z.I. Distribution Free Waves in Viscoelastic Wedge with and Arbitrary Angle Tops// Applied Mathematics, 2017, 8. http://www.scirp.org/journal/am P.736-745

6. Safarov I.I ., Teshaev M. X. Akhmedov M. Sh., Ruziyev T.R Application Of The Method Of Finite Element For Investigation Of The Dynamic Stress- deformed Condition Of Pipeline Sides When Exposed External Loods. // Case Studies Journal ISSN (2305-509X)- Volume 6, Issue-5-May-2017. P.38-45 http://www.casestudisjournal.com

7. Базаров М.Б. Сафаров И.И., Шокин Ю.М. Численное моделирование колебаний диссипативно–неоднородных и однородных механических систем. -Новосибирск, Сибирское отделение РАН, 1996. -189 с.

8.Сафаров И.И., Ахмедов М.Ш., Болтаев З.И. Колебания и дифракция волн на цилиндрическом теле в вязкоупругой среде. Lambert Academic Publishing . 2016. 262p.

14. Safarov I.I ., Тешаев М.Х. Отажонова Н.Б. О поверхностных волнах на вязкоупругом цилиндрическом диске. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. Пермь, 2017. Вып.2(37). С.53-59

15. Safarov I.I ., Тешаев М.Х.,Болтаев З.И. О распространении собственных волн в диссипативных слоистых цилиндрических телах. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. Пермь, 2017. Вып.1(36). С.33-40

16. Safarov I.I ., Akhmedov M. Umarov A. Own vibrations of toroidal shell with flowing liquid. Lambert Academic Publishing . 2017. 177p. hhtp:// dnb.d –nb.de . ISBN: 978-3-330-06423-2

17. Safarov I.I ., Teshaev M.Kh., Boltaev Z.I., Nuriddinov B.Z.Of Own and Forced Vibrations of Dissipative Inhomogeneous Mechanical Systems// Applied Mathematics, 2017, 8. http://www.scirp.org/journal/am . P.1001-1

О ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ НАГРУЗОК НА ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ОБОЛОЧКУ

[1]Мухитдинов Р.Т., [2]Ахмедов Ш.Р., [2] Дускараев Н.А.
[1]Бух ГУ, [2] БФ ТИИМСХ, Бухара, Узбекистан

Трансформанта нагрузки, которая передается на оболочку со стороны мягкого слоя [1-3]

$$\bar{q}_{rc} = -G_1 \frac{\xi}{q} C_1 w_0 - C_2 P_0(\xi);$$

$$C_1 = \sum_{j=1}^{4} \frac{A_{4j}\big|_{k_{c1}=0} B_{3j}}{\det\|A_{ke}\|}; \quad C_2 = \sum_{j=1}^{4} \frac{(-1)^j A_{4i}\big|_{k_{c1}=0} B_{3j}}{\det\|A_{ke}\|}.$$

Элементы определителя $\det\|A_{ke}\|$ вычисляются то формулам: $A_{11} = -2M_1$; $A_{12} = -a_{11}$; $A_{13} = nM_{12}$; $A_{14} = -A_{13}$; $A_{21} = -S_1 A_{11}$; $A_{22} = A_{12} * k_0(z_1)/k_1(z_1)$;

$A_{23} = A_{13} * I_0(z_2)/I_2(z_2)$; $A_{24} = A_{13} * k_0(z_1)/k_1(z_2)$; $A_{31} = \frac{1}{2}A_{11}$; $A_{32} = -\frac{1}{2}A_{11}$;

$A_{41} = n_1 k_0(z_3)/k_1(z_4) - 2A_{21}/(z_3/M_2)$; $A_{31} = A_{13}/n_1$; $A_{34} = -A_{13}/n_1$;

$$A_{42} = n_1 I_0(z_3)/I_1(z_4) - 2M_1 S_1(z_3)/I_1(z_4);$$

$$A_{43} = -2M_{12}^2\left(k_0(z_5)/k_1(z_6) + I_1(z_5)/I_1(z_6)/(z_6/M_2)\right);$$

$$A_{44} = -2M_{12}^2\left(I_0(z_5)/k_1(z_6) + I_1(z_6)/k_1(z_6)/(z_6/M_2)\right);$$

где $m_1 = \sqrt{1 - M_p^2}$; $m_{12} = \sqrt{1 - M_S^2}$;

$$z_1 = M_1\eta; \quad z_2 = M_{121}\eta; \quad z_3 = M_1\eta;$$

$$z_4 = m_1\eta(1 + k_{11}); \quad z_5 = m_1\eta; \quad k_{11} = (b-a)/a;$$

где k_0, k_1 -модифицированные функции Неймана; I_0, I_1 -модифицированные функции Бесселя; Общее решение уравнений движений окружающей среды имеет вид $(C_f < C_S < C_p)$

$$\varphi(r,\xi) = A_n(\xi)k_n(m_1\xi r) + B_n(\xi)I_4(m_1\xi r)$$
$$\psi(r,\xi) = C_n(\xi)k_n(m_{i2}\xi r) + D_n(\xi)I_4(m_{12}\xi r) \qquad (1)$$

Выражение для трансформанты нормального перемещения имеет вид

$$w_0 = -\frac{1-\nu}{m}\sum_{i=o}^{\infty}\left\{\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\Delta_1[a\cos(\zeta\eta) - \zeta\lim(\zeta\eta)]d\xi}{[a^2+\zeta^2]\det|A_{ke}|}\right\} \qquad (2)$$

Δ_j $(j = 1.2.......5)$ получаются из $\det\|A_{ke}\|$ заменой j=20 столбцом С элементами $\{0;0;1;0;0\}$. После этого функции $A(\zeta)......D(\zeta)$ из (2) могут быть вычислены по формулам

$$\{A,B,C,D\} = \frac{a^2}{\xi^2 \det\|A_{ke}\|}\left\{\frac{A_1^1}{k_1(m_1\xi)}; \quad -\frac{A_2^1}{I_1(m_2\xi)}; \quad -i\frac{aA_3^1}{\zeta k_1(m_{12}\xi)}; \quad i\frac{aA_4^1}{\zeta I_1(m_{12}\xi)}\right\}$$

$$A_j^1 = \frac{\xi}{a}M_{3k}w_0 + P_0|m_{4k}|G_1 \ (\kappa = 1,.......4)$$

где m_{ie} – миноры элемента A_{je}.. Для конкретного значения скорости движения нагрузки C знаменатели подинтегральных выражений в формулах (1) являются трансцендентными функциями относительно ζ с действительными коэффициентами, зависящими от С, а также от механических параметры оболочки и слоя.

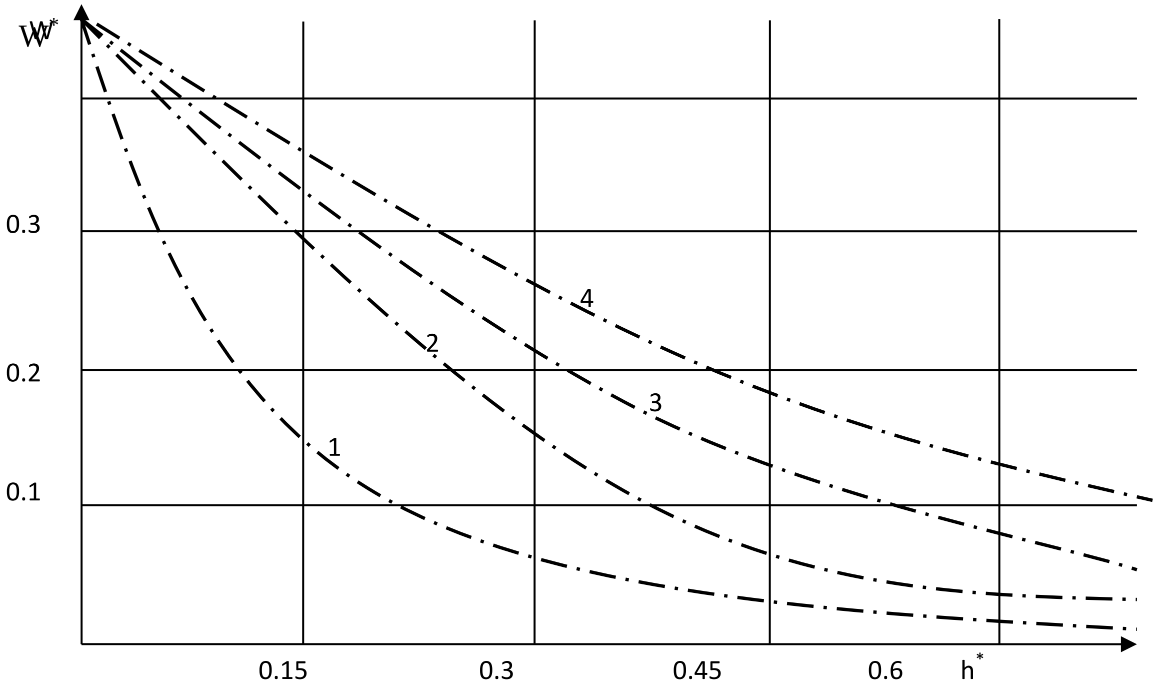


Рисунок 1. Прогибы оболочки в зависимости от толщины.

Анализ интегралов обращения необходимо начинать с рассмотрения случаев $D(\xi, C_0) = 0,$ что эквивалентно построению дисперсионной зависимости в соответствующей задаче о распространении свободных волн и нахождению из дисперсионных кривых корней знаменателя для выбранной скорости движения нагрузки C . При C< C_5 возможны при случая. На рисунке 2 изображено изменение перемещений заполнителя в зависимости от толщины тел при различных значениях жесткости заполнителя. Как видно из рисунка 2 (γ = 100, 50,10,2) , для достаточно жесткого слоя (γ = 100) прогибы оболочки существенно снижаются.

1. Для заданной скорости C имеется один или два различных корня знаменателя.

2. Для некоторых значений C знаменатель имеет двойной корень. Этот случай отвечает минимуму соответствующей дисперсионной кривой, на рис.2. Такая скорость движения называется резонансной и обозначается C^x . Появляется резонансный эффект, при котором прогибы и контактное давления стремятся к бесконечности.

3. Для данного значения C знаменатель не имеет корней на действительной оси, как видно из рисунка 2, это будет случай C<$C_ф$ (до резонансный режим). При такой скорости движения интегралы обращения не являются особыми и могут быть найдены эффективными численными методами.

Разделим интеграл (21) на два слагаемых

$$w_0 = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty x_1(\Omega)d\Omega \quad \text{или} \quad w_0 = \frac{1}{\pi}\int_{\omega_1}^{\omega_2} x_1(\Omega)d\Omega \quad . \qquad (3)$$

Величину интеграла (3) найдем численно, с помощью метода Ромберга [4]. При вычислении интеграла по методу Ромберга приходится многократно вычислять подинтегральную функцию. Обратное преобразование Фурье [3] выполнилось численно. Показано, что при длине шага интегрирования 1,01 погрешность процедуры не превышает 0,3 – 0,5 %.

Литература.

1. Базаров М.Б. Сафаров И.И., Шокин Ю.М. Численное моделирование колебаний диссипативно–неоднородных и однородных механических систем. Новосибирск, Сибирское отделение РАН, 1996. -189 с.

2.Сафаров И.И., Ахмедов М.Ш., Болтаев З.И. Колебания и дифракция волн на цилиндрическом теле в вязкоупругой среде. Lambert Academic Publishing. 2016. 262 с.

3. Safarov I.I., Teshaev M. X. Akhmedov M. Sh., Ruziyev T.R. Application Of the Method Of Finite Element For Investigation Of the Dynamic Stress- deformed Condition Of Pipeline Sides When Exposed External Loods // Case Studies Journal, ISSN (2305-509X),Volume 6, Issue-5,May,2017. pp.38-45.

4. Safarov I.I., Тешаев М.Х., Отажонова Н.Б. О поверхностных волнах на вязкоупругом цилиндрическом диске. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. Пермь, 2017. Вып.2(37). С.53-59

СОБСТВЕННАЯ КОЛЕБАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ С ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТЬЮ

[1]Эсанов Н.Қ, [2]Ахмедов М.Ш., [2]Мустафоев Н.С.

1.БухГУ, 2.БухИТИ, Бухара, Узбекистан

Решается задача о свободных изгибных колебаниях надземного нефтепровода с учетом продольной силы и динамической устойчивости прямых участков морских глубоководных двухслойных нефтепроводов при комплексном воздействии двух параметрических возбуждений.

Для получения уравнений движения надземного нефтепровода с учетом влияния продольной сжимающей силы принято дифференциальное уравнение движения. В этом уравнении для учета воздействия на стенку трубы стационарного потока жидкости, необходимо нормальную составляющую сил инерции X_3, действующую на элемент срединной поверхности оболочки, дополнить гидродинамическим давлением:

$$X_3 = -\rho_0 \Phi_{mn}\left(R^2\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + V^2\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}\right) + p_0 - \rho h R\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}. \tag{1}$$

где ρ_0 - плотность жидкости, $\Phi_{mn} = I_m(\lambda_0)/\lambda_0 I_m^{'}(\lambda_0)$, $I_m(\lambda_0)$ и $I_m^{'}(\lambda_0)$ - модифицированные функции Бесселя первого рода порядка m (m – волновое число в окружном направлении) и их производные, $\rho_0\Phi_m$- присоединенная масса жидкости.

Уравнение движения получаются из (1) с учетом кривизны:

$$\begin{aligned}&\frac{\partial^3 u}{\partial \xi^3} + h_\nu^2\frac{\partial^3}{\partial \theta^3}\left(\frac{\partial^2 \vartheta_2}{\partial \theta^2} + \vartheta_2\right) + 2\frac{\partial^2}{\partial \theta^2}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}\varepsilon_0\right) - \frac{R}{Eh}p_0\frac{\partial^3 \vartheta_2}{\partial \theta^3} - \frac{R^2\rho}{E}\times\\ &\times\left(\frac{\partial^3 u}{\partial \xi \partial t^2} - \frac{\partial^3 \nu}{\partial \theta \partial t^2} - \frac{\partial^4 w}{\partial \theta^2 \partial t^2}\right) + \rho_0\Phi_{mn}\frac{R}{Eh}\left(R^2\frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2 \partial t^2} + V^2\frac{\partial^4 w}{\partial \theta^2 \partial \xi^2}\right) = 0.\end{aligned} \tag{2}$$

Систему уравнений (2) решаем методом Бубнова–Галеркина. После преобразований получаем выражение для квадрата круговой частоты ω_{mn}^2 надземного нефтепровода, с учетом влияния продольной сжимающей силы F, скорости протекающей жидкости V для различных граничных условий и волновых чисел m=1, 2, 3… и n=1:

$$\omega_{mn}^2 = \frac{k_i^4\lambda_1^4 + m^4(m^2-1)(m^2-1+p^*) - k_i^2\lambda_1^4\delta_i m^4 P - \rho_0^*\Phi_{m1}V^2 k_i^2\lambda_1^2\delta_i m^4 h_\nu}{Rh\rho^*(k_i^2\lambda_1^2 h_\nu\delta_i + m^4 + m^2) + \rho_0^*\Phi_{m1}R^2 m^4}, \qquad (3)$$

где $\lambda_1 = \pi R / L\sqrt{h_\nu^{'}}$, коэффициенты k_n и δ_n зависят от вида закрепления концов участка нефтепровода и $P = F / F_Э$.

Анализ результатов расчетов по (3), для случая шарнирного опирания концов оболочки, показал следующее:

1. Наименьшая частота свободных изгибных колебаний реализуется по второй оболочечной форме колебаний при m=2 и n=1, т.е. $\min\omega_{mn} = \omega_{21}$, что означает форму колебаний при симметричном сплющивании поперечных сечений трубы и при одной синусоиды в продольном направлении.
2. Скорость потока V, измеряющаяся в диапазоне реальных скоростей, протекающей в трубопроводах жидкостей (до 5 м/с), мало влияет на величины частот свободных колебаний и в дальнейшем скорость потока жидкости при значениях V до 5 м/с в (3) можно не учитывать.
3. Из (3) следует, что с увеличением безразмерного параметра P происходит снижение частот ω_{21}.
4. Частоты свободных изгибных колебаний нефтепровода при наличии жидкости, определенные по формуле (30), принимают значения на 10 – 60% ниже, чем у таких же труб газопроводов при том же внутреннем рабочем давлении и параметра продольных сил. Причина этому является присоединенная масса жидкости. Величина критического параметра продольной сжимающей силы $P_{кр}$, когда ω_{mn}=0, с учетом стационарного потока жидкости для шарнирного опирания участка нефтепровода определяется как:

$$P_{кр} = \frac{\lambda_1^4 + m^4(m^2-1)(m^2-1+p^*) - \rho_0^*\Phi_{m1}V^2\lambda_1^2\delta_i m^4 h_\nu}{\lambda_1^2 m^4}, \qquad (4)$$

Так для трубы 1420х20 мм, L=10R при внутреннем рабочем давлении p_0 = 1 МПа, получим $P_{кр}$ = 0,185. Откуда следует, что критическая сжимающая сила $F_{кр}$ = 0,185$F_э$.

Далее проведено исследование свободных и параметрических колебаний глубоководного нефтепровода, лежащего на морском дне. Для вывода уравнений движения свободных изгибных колебаний глубоководного нефтепровода с учетом скорости потока нефти V, использована система уравнений движения геометрически нелинейной теории цилиндрических оболочек (2). С учетом (4) радиальная составляющая силы инерции X_3 дополняется гидродинамическим давлением, обусловленным стационарным потоком жидкости:

$$X_3 = -q_0 - Kw + \mu_{вj}\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - \rho_{пр}hR_0\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - \rho_0\Phi_{mn}\left(R_0^2\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + V^2\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}\right). \qquad (5)$$

Уравнения движения в перемещениях:

$$\begin{aligned}&\frac{\partial^3 u}{\partial\xi^3} + \eta h_\nu^2\frac{\partial^3}{\partial\theta^3}\left(\vartheta_2 + \frac{\partial^2\vartheta_2}{\partial\theta^2}\right) + \frac{R_0 q_0}{E_0 h} - \frac{R_0^2 K}{E_0 h}\frac{\partial^2 w}{\partial\theta^2} + \frac{R_0\mu_{вj}}{E_0 h}\frac{\partial^4 w}{\partial\theta^2\partial t^2} - \frac{R_0}{E_0}\rho_{пр}\times\\ &\times\left(\frac{\partial^3 u}{\partial\xi\partial t^2} - \frac{\partial^3 \nu}{\partial\theta\partial t^2} - \frac{\partial^4 w}{\partial\theta^2\partial t^2}\right) + \rho_0\Phi_{mn}\frac{R_0}{E_0 h}\left(R_0^2\frac{\partial^4 w}{\partial t^2\partial\theta^2} + V^2\frac{\partial^4 w}{\partial\theta^2\partial\xi^2}\right) = 0.\end{aligned} \qquad (6)$$

Решая систему (6) методом разделения переменных для случая шарнирного опирания концов, и полагая, что свободные колебания изменяются по гармоническому закону, получим

$$\omega_{mn}^{2}=\frac{\lambda_n^4+\eta m^4(m^2-1)\left(m^2-1-\frac{q_0^*}{\eta}\right)+k^*\lambda_n^2m^4-\rho_0^*\Phi_{mn}V^2\lambda_n^2h_\nu m^4}{\rho_{np}^*R_0h(\lambda_n^2h_\nu+m^4+m^2)+\mu_{вj}^*m^4+\rho_0^*\Phi_{mn}R_0^2m^4}, \qquad (7)$$

Выражение (7) позволяет исследовать значения частот свободных колебаний глубоководных нефтепроводов, с учетом скорости потока нефти V, упругого основания, а также исследовать влияние механических и геометрических характеристик при различных значениях волновых чисел m и n.

Далее решается задача о динамической устойчивости нефтепровода при подводной прокладке с пульсирующим потоком жидкости, когда скорость потока изменяется по закону

$$V(t)=V_0(1+\mu\cos\gamma t) \qquad (8)$$

и при нестационарном внешнем давлении

$$q(t)=q_0(1+\mu\cos\gamma t), \quad q_0=q-p(t)>0. \qquad (9)$$

Подставляя выражения (8), (9) в разрешающее уравнение (7) и используя методику расчета[1], получим систему разделяющих дифференциальных уравнений Матье:

$$\varphi''(t)+\omega_{mn}^2(1-\delta_{mn}\cos\gamma t)\kappa(t)=0, \qquad (10)$$

где ω_{mn}^2 определяется по формуле (8), а δ_{mn} выражением:

$$\delta_{mn}=\frac{m^4(m^2-1)q_0^*+2\rho_0^*\Phi_{mn}V_0^2m^4\lambda_n^2h_\nu}{\lambda_n^4+m^4\eta(m^2-1)\left(m^2-1-\frac{q_0^*}{\eta}\right)+k^*\lambda_n^2m^4-\rho_0^*\Phi_{mn}V_0^2m^4\lambda_n^2h_\nu}\cdot\mu \quad . \qquad (11)$$

Решение каждого из системы разделяющих уравнений Матье при заданных значениях волновых чисел m=1, 2, 3…, n=1, 2, 3… позволяет исследовать динамическую устойчивость участка подводного нефтепровода при заданных значениях скорости потока V_0, внешнего гидростатического давления q_0, коэффициента постели упругого основания морского дна. Данное исследование основано на построении областей динамической неустойчивости типа модифицированных диаграмм Айнса–Стретта. Анализ результатов показал, что область неустойчивости нефтепровода с протекающим потоком нефти оказалась шире такой же области трубопровода без потока нефти и располагается ниже, т.е. в более опасной зоне низких частот возбуждения γ.

Литература

1. **Соколов, В. Г.** Колебания упругих тороидальных оболочек, содержащих поток жидкости [Текст]/ Н.П. Кушакова, В.Г. Соколов // Известия ВУЗов. Нефть и газ. –2001.– №1. –С. 56–59.

ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ И МЕТОДИКИ РЕШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ С УЧЕТОМ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ

Исматов Х.Б., Юлдашева О.О., Ашурова У.Д.
БухИТИ, Бухара, Узбекистан

В нефтяной и газовой промышленности растущая потребность транспортировки нефти и газа на большие расстояния способствует расширению сети магистральных трубопроводов. Статические и динамические расчеты при проектировании таких трубопроводов должны обеспечить надежность их эксплуатации. Следовательно, при проектировании трубопроводов необходимо использовать такие расчетные модели, которые наиболее полно отражают реальные особенности эксплуатации рассматриваемых конструкций. Расчеты, проводящиеся по СНиП и другим нормативным документам, как правило, базируются на стержневой теории, затрагивающие отдельные аспекты надежности эксплуатации трубопроводов [1-5].

Настоящая работа направлена на совершенствование динамического расчета тонкостенных труб надземных трубопроводов.

Рассматривается газопровод в условиях постоянного внутреннего рабочего давления p_0 и продольной сжимающей силы F. Трубопровод представлен в виде замкнутой цилиндрической оболочки с радиусом срединной поверхности поперечного сечения R, разделенный на участки длиной L кольцами жесткости. Материал считается изотропным с плотностью ρ=const, модулем упругости E и коэффициентом Пуассона ν.

Оболочка рассматривается в системе цилиндрических координат $\xi = x/R$, где x – продольная координата, отсчитывается по оси трубы, θ – полярный угол в плоскости поперечного сечения. Компоненты перемещений произвольной точки срединной поверхности по направлению координат ξ и θ по внешней нормали к срединной поверхности, отнесенные к радиусу поперечного сечения трубы R, обозначаются u, v и w.

Задача о свободных колебаниях решается с помощью геометрически нелинейной теории тонких оболочек среднего изгиба Муштари–Галимова и допущений полубезмоментной теории Власова–Новожилова:

1. Относительное удлинение в окружном направлении ε_2 мало по сравнению с относительными перемещениями w и производной $\partial v/\partial\theta$.

2. Относительный сдвиг срединной поверхности ω^* мал по сравнению с углами поворота $\partial u/\partial\theta$ и $\partial v/\partial\xi$.

3. Усилия и деформации связаны между собой соотношениями:

$$\begin{gathered}M_1 = \nu D\cdot\aleph_2, \quad M_2 = \nu D\cdot\aleph_2, \quad T_1 = Eh\varepsilon_1, \quad \varepsilon_2+\nu\varepsilon_1 = 0,\\ H_1 = H_2 = H = (1-\nu)D\cdot\tau, \quad S_1 = S_2 = S = Eh/2(1+\nu)\omega^*,\end{gathered} \tag{1}$$

где T_1 - продольная нормальная сила, H – крутящий момент, S – сдвигающее усилие, M_1, M_2 - изгибающие моменты, $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ - относительные удлинения в направлениях ξ и θ, ω^*- относительный сдвиг, $\aleph_2$ - изменение кривизны линии θ, τ - деформация кручения срединной поверхности оболочки, $D{=}Eh^3/12(1{-}\nu^2)$ - цилиндрическая жесткость.

4. В уравнениях равновесия продольных и поперечных сил общей теории оболочек можно опустить величины поперечных сил Q_1, а в последнем уравнении моментов – величину крутящего момента H.

Исходное уравнение движения оболочки в усилиях, полученное на основании указанных допущений, имеет вид [6]:

$$\begin{gathered}\frac{\partial^2 T_1}{\partial\xi^2}+\frac{\partial}{\partial\xi}\left(\tau\frac{\partial M_2}{\partial\theta}\right)+\frac{\partial^2}{\partial\theta^2}\left(\frac{R_2}{R_1}T_1\right)-\frac{1}{R^2}\frac{\partial^2}{\partial\theta^2}\left(R_2\frac{\partial^2 M_2}{\partial\theta^2}\right)-\\ -\frac{\partial}{\partial\theta}\left(\frac{1}{R_2}\frac{\partial M_2}{\partial\theta}\right)+R\frac{\partial X_1}{\partial\xi}-R\frac{\partial X_2}{\partial\theta}-\frac{\partial^2}{\partial\theta^2}\left(R_2X_3\right)=0.\end{gathered} \tag{2}$$

Здесь принято (X_1, X_2, X_3) - составляющие сил инерции материала оболочки с учетом внутреннего радиального давления:

$$X_1 = -Rh\rho\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad X_2 = -Rh\rho\frac{\partial^2 v}{\partial t^2}, \quad X_3 = -Rh\rho\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + p_0. \tag{3}$$

Задача решается в перемещениях с использованием соотношений упругости (1) и следующих зависимостей между деформациями и перемещениями, записанными с учетом допущений полубезмоментной теории оболочек:

$$\frac{\partial v}{\partial\theta}+w=0,\quad \frac{\partial v}{\partial\xi}+\frac{\partial u}{\partial\theta}=0,\quad \vartheta_2=\frac{\partial w}{\partial\theta}-v,\quad \aleph_1=-\frac{1}{R}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial\xi^2},\quad \aleph_2=-\frac{1}{R}\cdot\frac{\partial\vartheta_2}{\partial\theta},$$

$$\varepsilon_1=\varepsilon_0+\frac{\partial u}{\partial\xi},\quad \varepsilon_0=\frac{F}{EA},\quad \tau=-\frac{1}{R}\cdot\frac{\partial\vartheta_2}{\partial\xi},\quad \frac{1}{R_2}=\frac{1}{R}\left(1-\frac{\partial\vartheta_2}{\partial\theta}\right),\quad \frac{1}{R_1}=\frac{1}{R}\left(1-\frac{\partial^2 w}{\partial\xi^2}\right),$$

(4)

где ϑ_2 - угол поворота касательной к срединной поверхности поперечного сечения оболочки в результате деформации контура поперечного сечения, ε_0 - исходная деформация, определенная в предположении недеформируемости сечений, A – площадь поперечного сечения, R_1,R_2- радиусы кривизны оболочки в деформируемом состоянии в продольном и поперечном направлениях.

После преобразований уравнения (2) с использованием соотношений (1), (3), (4), разрешающее уравнение движения в перемещениях запишется в виде:

$$\begin{aligned}&\frac{\partial^3 u}{\partial\xi^3}+h_\nu^2\frac{\partial^3}{\partial\theta^3}\left(\frac{\partial^2\vartheta_2}{\partial\theta^2}+\vartheta_2\right)+2\frac{\partial^2}{\partial\theta^2}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial\xi^2}\varepsilon_0\right)-\frac{R}{Eh}p_0\frac{\partial^3\vartheta_2}{\partial\theta^3}-\\&-\frac{R^2\rho}{E}\left(\frac{\partial^3 u}{\partial\xi\partial t^2}-\frac{\partial^3 v}{\partial\theta\partial t^2}-\frac{\partial^4 w}{\partial\theta^2\partial t^2}\right)=0,\end{aligned}\tag{5}$$

Полученную систему уравнений (4), (5) решаем методом разделения переменных. Представим возникающую при изгибных колебаниях нормальную составляющую перемещений $w(\xi,\theta,t)$, которая должна удовлетворять граничным условиям на концах оболочки и условиям цикличности по координате θ, в виде:

$$w=\sum_m\sum_n b_{mn}f_n(\xi)\cdot\varphi(t)\cos m\theta,\tag{6}$$

где $\varphi(t)$ – функция времени t, $b_{mn}=\text{const}$, m,n – волновые числа, определяющие формы колебаний оболочки в окружном и продольном направлениях. Аппроксимирующая функция продольной координаты $f_n(\xi)$ подбирается исходя из граничных условий на краях оболочки.

Остальные компоненты перемещения и угол поворота определяются из соотношений (4):

$$\begin{aligned}&u=-\sum_m\sum_n\frac{1}{m^2}b_{mn}\cdot f_n'(\xi)\varphi(t)\cos m\theta,\quad v=-\sum_m\sum_n\frac{1}{m}b_{mn}\cdot f_n(\xi)\varphi(t)\sin m\theta,\\&v_2=-\sum_m\sum_n\frac{m^2-1}{m}b_{mn}\cdot f_n(\xi)\varphi(t)\sin m\theta.\end{aligned}\tag{7}$$

Полагая свободные колебания гармоническими, представим функцию времени $\varphi(t)$ в виде:

$$\varphi(t)=\sin\omega_{mn}t,\tag{8}$$

где ω_{mn} – круговая частота свободных колебаний оболочки по формам, определяемым значениями волновых чисел $m, n = 1, 2, \ldots$

Подставляя (6), (7), (8) в разрешающее уравнение (5), получим систему уравнений:

$$\sum_{m=1}^{P}\sum_{n=1}^{S}L_{mn}[f_n(\xi)]\cos m\theta=0,\tag{9}$$

где L_{mn}- дифференциальный оператор, определяемый выражением:

$$L_{mn}[f_n(\xi)]=\left\{b_{mn}[f_n^{IV}(\xi)+a_{mn}f_n''(\xi)+C_{mn}f_n(\xi)]\right\}.$$

Коэффициенты при неизвестных функциях системы (9) определяются выражениями:

$$a_{mm} = 2\varepsilon_0^* h_\nu m^4 + Rhh_\nu^* \rho^* \omega_{mn}^2,$$
$$C_{mn} = h_\nu^2 m^4 (m^2 - 1)(m^2 - 1 + \rho^*) - Rhh_\nu^2 \rho^* (m^4 + m^2)\omega_{mn}^2, \qquad (10)$$

где $p^* = p_0 \dfrac{R}{Ehh_v^2}$, $\rho^* = \rho \dfrac{R}{Ehh_v^2}$, $\varepsilon_0^* = \dfrac{F}{EAh_v}$.

Для решения поставленной задачи по определению частот изгибных колебаний к выражению (9) применим процедуру Бубнова – Галеркина:

$$\sum_{m=1}^{p} \int_0^{2x} \left[\sum_{n=1}^{S} \int_0^{\xi} f_i(\xi) L_{mn} \left[f_n(\xi) d\xi \right] \right] \cos m\theta \cos k\theta d\theta = 0, i = 1,2,...S; k = 1,2,...p, \qquad (11)$$

где $f_n(\xi)$ - фундаментальные балочные функции.

Учитывая вид дифференциального оператора L_{mn} с коэффициентами (10), получим, после интегрирования (11), разрешающую систему однородных алгебраических уравнений. Чтобы эта система имела отличные от нуля решения, необходимо принять равенство нулю определителя, составленного из её коэффициентов, который является характеристическим уравнением матрицы *A*:

$$\left| A - \omega_{mn}^2 \right| = (d_{11} - \omega_{1n}^2)(d_{22} - \omega_{2n}^2)...(d_{mm} - \omega_{mn}^2) = 0 \ . \qquad (12)$$

Здесь принято обозначение:

$$d_{mm} = \frac{A_{mn} + B_{mn}}{C_{mn}},$$

где:

$$A_{mn} = I_{in}^{IV} + h_v^2 m^4 (m^2 - 1)(m^2 - 1 + p^*) I_{in}, \quad B_{mn} = 2\varepsilon_0^* h_v m^4 I_{in}^{''},$$
$$C_{mn} = -Rhh_v^2 \rho^* \left[I_{in}^{''} - (m^2 + m^4) I_{in} \right], \qquad (13)$$
$$I_{in}^{IV} = \int_0^{\xi} f_i(\xi) f_n^{IV}(\xi) d\xi, \quad I_{in}^{''} = \int_0^{\xi} f_i(\xi) f_n^{''}(\xi) d\xi, \quad I_{in} = \int_0^{\xi} f_i(\xi) f_n(\xi) d\xi, \quad i = 1, 2, \dots n.$$

Таким образом, поставленная задача о свободных колебаниях прямолинейного участка трубопровода с учетом продольной силы обжатия, сводится к задаче на собственные значения матрицы *A*.

Литература

1. Авлиякулов Н.Н., Сафаров И.И. Современные задачи статики и динамики подземных трубопроводов. Ташкент, Fan vatexnologiya. 2007. 306 с.
2. Айнбиндер А. Б., Камерштейн А. Г. Расчет магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость: справочное пособие. М.: Недра, 1982. 341 с.
3. Аксельрад Э. А., Ильин В. П. Расчет трубопроводов. Л.: Изд-во Машиностроение, 1972. 240 с.
4. Вольмир А.С. Оболочки в потоке жидкости и газа: Задачи гидроупругости. - М.: Наука, 1979.-320 с.
5. Сафаров И.И., Тешаев М.Х.Эсанов Н.Қ., Ҳамроева З.Қ. “Математическое моделирование собственных и вынужденных колебаний криволинейныхтруб, взаимодействующих со средой. Ташкент, ФАН, 2009.-161б.
6. Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. СО РАН, Новосибирск, 1966.- 188с.

СОБСТВЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТОНКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК С ЖИДКОСТЬЮ

Умаров А.О., Ахмедов М.Ш. Хомидов Ф.Ф.

Бухарский инженерно-технологический институт

Для определения частот и форм свободных колебаний используются фундаментальные балочные функции, задаются граничные условия на концах участка тонкостенной прямолинейной трубы. Эти условия могут быть симметричными и несимметричными. Для каждого типа закрепления подбираются свои фундаментальные балочные функции [1-3]. Граничные условия имеют вид:

1.Шарнирное закрепление.

$$\text{при } \xi = 0 \text{ и } \xi = l = \frac{L}{R} \qquad w = \nu = 0; T_1 = M_1 = 0; \vartheta_2 = 0. \tag{1}$$

Отсюда следует:

$$\text{при } \xi = 0 \text{ и } \xi = l = \frac{L}{R} \qquad w = \nu = 0; \frac{\partial u}{\partial \xi} = 0; \frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} = 0. \tag{2}$$

Эти же условия, выраженные в функциях $f_n(\xi)$, имеют вид:

$$\text{при } \xi = 0 \text{ и } \xi = 1; \quad f_n(0) = f_n(l) = 0; \quad f_n'(0) = f_n'(l) = 0. \tag{4}$$

Данному закреплению соответствует фундаментальная балочная функция:

$$f_n(\xi) = \sin\frac{\lambda_0}{l}\xi, \text{ при } \lambda_0 = n\pi, l = \frac{L}{R}, \ n = 1, 2... \tag{5}$$

2. Жесткое защемление на концах. При таком закреплении обоих концов граничные условия имеют вид:

$$\text{при} \quad \xi = 0 \text{ и } \xi = l; \ u = \nu = w = \vartheta_2 = 0. \tag{6}$$

Эти условия, выраженные через $f_n(\xi)$, можно представить в виде

$$\xi = 0 \, u \, \xi = 1; \quad f_n(0) = f_n(l) = 0; \quad f_n'(0) = f_n'(l) = 0. \tag{7}$$

Фундаментальная функция, соответствующая данному виду закрепления, принимается в виде:

$$f_n(\xi) = \sin\frac{\lambda_0}{l}\xi - P_n\left(\cos\frac{\lambda_0}{l}\xi - ch\frac{\lambda_0}{l}\xi\right), \tag{8}$$

где $P_n = \dfrac{sh\lambda_0 - \sin\lambda_0}{ch\lambda_0 - \cos\lambda_0}$, при $\lambda_0 = \dfrac{2n+1}{2}\pi$.

3. Шарнирно-закрепленный один конец оболочки, другой – жестко закреплен. При таком несимметричном закреплении граничные условия запишутся так:

$$\text{при } \xi=0 \text{ и } \xi=l; \ f_n(\xi) = f_n''(\xi)\Big|_{\xi=0} = 0; \quad f_n(\xi) = f_n'(\xi)\Big|_{\xi=l} = 0. \tag{9}$$

Такому условию закрепления концевых сечений оболочки соответствует функция:

$$f_n(\xi) = \sin\frac{\lambda_0}{l}\xi - \frac{\sin\lambda_0}{sh\lambda_0} sh\frac{\lambda_0}{l}\xi, \quad , \tag{10}$$

где $\lambda_0 = (4n+1)\pi/4$.

Уравнение

$$\left|A - \omega_{mn}^2\right| = (d_{11} - \omega_{1n}^2)(d_{22} - \omega_{2n}^2)...(d_{mm} - \omega_{mn}^2) = 0$$

распадается на *p* независимых уравнений. Из каждого такого уравнения можно определить частоту волновых колебаний при волновых числах *m, n* и заданных граничных условиях на концах оболочки. Обобщая приведенные выше выражения для различных вариантов закрепления концов участков, получим общее выражение для квадрата наименьшей частоты свободных колебаний ω^2_{m1} при значениях волновых чисел m=1, 2, 3, … и n=1:

$$\omega^2_{m1} = \frac{k_i^4\lambda_1^4 + m^4(m^2-1)(m^2-1-p^*) - k_i^2\lambda_1^4\delta_i m^4 P}{Rh\rho^*(k_i^2\lambda_1^2 h_\nu \delta_i + m^2 + m^4)}, \tag{11}$$

где $\lambda_1 = \dfrac{\pi R}{L\sqrt{h_\nu}}$, параметры k_i и δ_i зависят от вида закрепления концов участка газопровода: для случая шарнирного закрепления $k_1=1,\ \delta_1=1$; для жесткого закрепления одного конца и шарнирного закрепления другого $k_2=1{,}25, \delta_2=0{,}7467$; для жесткого закрепления обоих концов $k_3=1{,}5, \delta_3=0{,}55$; $P=F/F_Э$ - безразмерный параметр продольной силы; $F_Э=\pi^2 EJ/L^2$ - Эйлерова сила; $J=\pi R^3 h$ - осевой момент инерции поперечного сечения трубы.

Полученное выражение (11) для определения квадрата частоты свободных колебаний позволяет определить более широкий спектр частот при волновых числах m=1, 2, 3…, определить оболочечные формы колебаний с учетом деформаций поперечных сечений для участков газопроводов с тремя видами наиболее встречающихся на практике закреплений на концах. Определение частот колебаний по формуле (11) производится с учетом внутреннего рабочего давления и продольной сжимающей силы.

Вычисления проводились для стальных труб с относительной толщиной h/R от 1/20 до 1/40 и длины L/R от 10 до 20.

Из (11) следует, что минимальные частоты ω_{21} зависят от длины L участков, а именно, уменьшаются по мере увеличения длины. Наибольшее различие в значениях частот для разных условий закрепления концов участков проявляется в коротких участках (L=10R). При увеличении длины до L=20R это различие существенно уменьшается. Так, при L=10R величина ω_{21} при закреплении на концах типа «шарнир - шарнир» оказывается на 27% меньше, чем при закреплении типа «защемление – защемление».

При увеличении длины до L=20R эта разница уменьшается до 3%, а частоты при разных закреплениях почти совпадают по величине. Здесь играет роль влияние граничных условий на деформацию при изгибных колебаниях. Для коротких труб граничные условия на стеснение деформации поперечных сечений, сказываются сильнее, чем для длинных труб.

Более подробный анализ полученных по (11) значений показал, что при некоторой предельной длине L^* значения низших частот, рассчитанных по теории оболочек и по теории стержней совпадают и зависят от тонкости трубы h/R.

Значения предельной длины L^*, определяющие критерий применения теории оболочек в определении наименьших частот свободных колебаний при m=1 и m=2 , без учета внутреннего давления (p^*=0) и продольной силы с любыми закреплениями концов имеют вид:

$$L^* = 2{,}855 k_i R\sqrt{\frac{R}{h}}. \tag{12}$$

Предельная длина L^* трубопровода с учетом внутреннего давления:

$$L^* = 2{,}855 k_i R\sqrt{\frac{R}{h}}\frac{1}{\sqrt[4]{1+\dfrac{p^*}{3}}}. \tag{13}$$

Предельная длина L^*трубопровода с учетом продольной сжимающей силы:

$$L^* = 2,58 k_i R \sqrt{\frac{R}{h}} \sqrt[4]{1,5 + P}. \qquad (14)$$

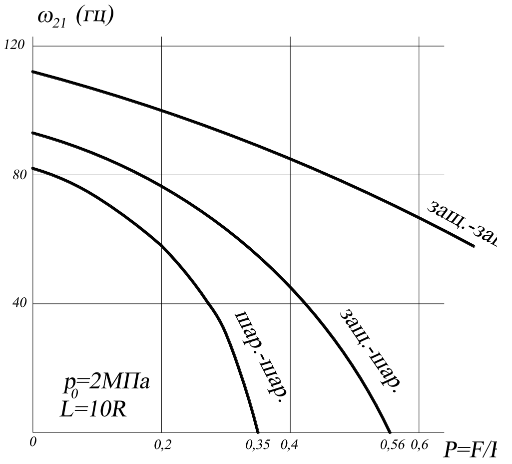


Рис. 1. Зависимость частот ω_{21} участков трубопровода длиной L=10R от действия продольных сжимающих сил при разных условиях закрепления концов.

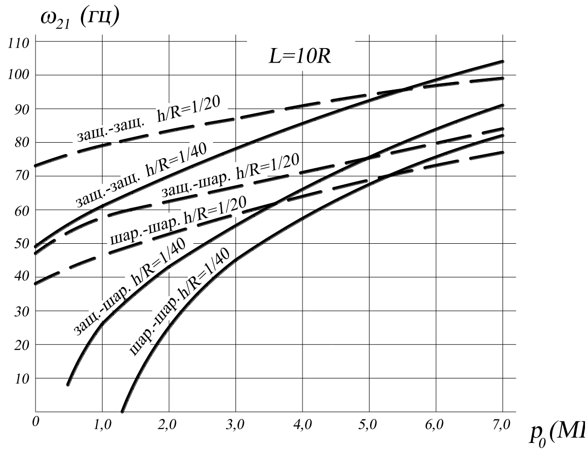


Рис. 2. Зависимость частот свободных колебаний участков газопроводов с разными величинами h/Rот $P{=}F/F_э{=}0,2$ для различных граничных условий.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что если длина L равна или превосходит предельную длину L^*, наименьшие частоты свободных изгибных колебаний следует определять по стержневой теории.

Анализ влияния продольных сил при различных условиях закрепления концов надземных участков газопроводов назначения частот свободных колебаний приведены на рис. 1. Из графиков видно, как снижаются частоты ω_{21} по мере увеличения параметра $P = F/F_Э$.

На рис. 2 представлены результаты исследования влияния внутреннего давления p_0 на частоты свободных колебаний с различными отношениями толщины стенки трубы к радиусу срединной поверхности поперечного сечения, т.е. для h/R=1/20 и h/R=1/40 при различных закреплениях. Из графиков видно, что частоты, кроме ω_{11}, увеличиваются по мере увеличения внутреннего давления, а по мере уменьшения h/R внутреннее давление оказывает более существенное влияние. Это объясняется тем, что внутреннее давление препятствует деформации (овализации) поперечным сечениям труб и тем самым увеличивает жесткость участков трубопровода и соответственно увеличивает частоты колебаний.

Литература

1.Авлиякулов Н.Н., Сафаров И.И. Современные задачи статики и динамики подземных трубопроводов. Ташкент, Fan vatexnologiya. 2007. 306 с.

2.Сафаров И.И., Тешаев М.Х.Эсанов Н.Қ., Ҳамроева З.Қ. “Математическое моделирование собственных и вынужденных колебаний криволинейныхтруб, взаимодействующих со средой. Ташкент, ФАН, 2009.-161б.

3.Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. СО РАН, Новосибирск, 1966.- 188с.

О РАСПРОСТРАНЕНИИ СОБСТВЕННЫХ ВОЛН В ТОНКОЙ ВЯЗКОУПРУГОЙ ПАНЕЛИ С ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНОЙ

[1]Болтаев З.И., [2]Рузиев Т.Р., [1]Сабирова Р.А.

[1]БухИТИ, [2]БухМИ, Бухара, Узбекистан

Рассматривается деформируемая бесконечная цилиндрическая оболочка толщиной *h*, плотности *ρ*, с модулем Юнга *E*, коэффициентом Пуассона ν и вязкоупругими свойствами материала. В криволинейной ортогональной системе координат (α_1 ; α_2 ; z) при z = 0 оболочка занимает область

$$-\infty<\alpha_1<+\infty;\quad 0<\alpha_2<l;\quad -\frac{h}{2}<z<\frac{h}{2}.$$

Кривизны срединной поверхности (при z=0 равны $k_1=0; k_2=\dfrac{1}{R}$) выражаются соответственно координатам α_1 и α_2. В рамках гипотез Кирхгофа – Лява закон изменения компонент вектора перемещений $u_1^{(z)}$, $u_2^{(z)}$, $w^{(z)}$ оболочки определяются следующими соотношениями [1,2]

$$u_1^{(z)}=u-\theta_1 z;\quad u_2^{(z)}=v-\theta_2 z\ ;\qquad u_3^{(z)}=w, \tag{1}$$

где *u, v, w* – компоненты вектора перемещений срединной поверхности; θ_1 , θ_2 - углы поворота нормали относительно осей α_1 и α_2. Для вывода уравнений оболочки, использовался принцип возможных перемещений. Усилия и моменты связаны с компонентами деформации определяющимися соотношениями, вытекающими из обобщенного закона Гука:

$$T_1=\tilde{c}(\varepsilon_1+\nu\varepsilon_2), M_1=\tilde{D}(x_1-\nu x_2),\ S=\tilde{A}\varepsilon_{12}; N=\tilde{B}\tau,$$

где

$$\tilde{c}=\frac{\tilde{E}h}{1-\nu^2};\quad \tilde{D}=\frac{\tilde{E}h^3}{12(1-\nu^2)};\ A=\frac{\tilde{E}h}{2(1+\nu)};\quad \tilde{B}=\frac{\tilde{E}h^3}{12(1+\nu)},$$

E – операторный модуль упругости, который имеет вид:

$$\tilde{E}\varphi(t)=E_{01}\left[\varphi(t)-\int_{-\infty}^{t}R_E(t-\tau)\varphi(t)d\tau\right],$$

$\varphi(t)$-произвольная функция времени; $R_E(t-\tau)$-ядро релаксации; E_{01}-мгновенной модуль упругости; ν-коэффициент Пуассона, который предполагается, что постоянная величина. После подстановки выражения (2) в уравнение принципа возможных перемещений и стандартной процедуры интегрирования по частям, получаем уравнения движения в виде:

$$\frac{\partial T_1}{\partial\alpha_1}+\frac{\partial S}{\partial\alpha_2}=-\rho h\frac{\partial^2 u}{\partial t^2},\ \frac{\partial T_2}{\partial\alpha_2}+\frac{\partial S}{\partial\alpha_1}+k_2Q_2=-\rho h\frac{\partial^2\vartheta}{\partial t^2},\ \frac{\partial Q_1}{\partial\alpha_1}+\frac{\partial Q_2}{\partial\alpha_2}-k_2T_2=-\rho h\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$$

$$Q_1=\frac{\partial M_1}{\partial\alpha_1},\ \ Q_2=\frac{\partial M_2}{\partial\alpha_2}+2\frac{\partial N}{\partial\alpha_1}. \tag{3}$$

Альтернативные краевые условия свободного края, или жесткой заделки,
при α_2 = 0, имеют вид:
свободный край

$$M_2=0;\ S=0\ ;T_2=0;\ Q_2=0\ ; \tag{4}$$

жесткая заделка

$$u=0,\quad v=0,\quad w=0,\quad q_2=0\ . \tag{5}$$

Используя соотношения (3),(4) и (5) полную систему уравнений движения можно представить в виде восьми дифференциальных уравнений, разрешенных относительно первых производных по α_2 . В случае бегущих вдоль α_1 гармонических волн решение краевой задачи для полученной системы (5) с краевыми условиями типа (4), (5) допускают разделение переменных

$$u = z_1 \sin(k\alpha_1 - \omega t); \quad v = z_2 \cos(k\alpha_1 - \omega t); \; w = z_3 \cos(k\alpha_1 - \omega t);$$
$$\theta_2 = z_4 \cos(k\alpha_1 - \omega t); S = z_5 \sin(k\alpha_1 - \omega t); \; T_2 = z_6 \cos(k\alpha_1 - \omega t);$$
$$\theta_2 = z_7 \cos(k\alpha_1 - \omega t); \; M_2 = z_8 \cos(k\alpha_1 - \omega t); \qquad (6)$$

где $\omega = \omega_R + i\omega_I$ - комплексная собственная частота; *к*- волновое число, действительная величина; ω_R -действительная часть комплексной частоты; ρ -плотность; $z_1(\alpha_2)(i = 1.8)$ - функции формы колебаний.

Далее предполагается, что оба края оболочки $\alpha = 0$ и $\alpha_1 = l$ - свободны. После подстановки соотношений (6) в уравнения (3), учитывая и краевые условия (4), имеем спектральную краевую задачу по параметру ω для системы из восьми обыкновенных дифференциальных уравнений относительно комплексной функции формы:

$$z_1' = z_5 / \overline{A} + kz_2 \;, \quad z_2' = z_6 / \overline{C} + \upsilon k z_1 - k_2 z_3 \;, \quad z_3' = -z_4 + k_2 z_2,$$
$$z_4' = z_8 / \overline{D} + \nu k^2 z_3 \;, \quad z_5' = h\left(\overline{E}k^2 - \rho\omega^2\right) z_1 + \nu h^2 z_6 \;, \qquad (7)$$
$$z_6' = -h\rho\omega^2 z_2 - kz_5 - k_2 z_7 \;, \quad z_7' = -h\rho\omega^2 z_3 + \overline{E}/12h^3 k^4 z_3 + \nu k^2 z_8 + k_2 z_6;$$
$$z_8' = z_7 + \overline{G}/3h^3 k^2 z_4 \;; \; z_5 = z_6 = z_7 = z_8 = 0; \quad \alpha_2 = 0, l \;.$$

E выражаются через операторные модули упругости: $\overline{E} = E\left[1 - \Gamma_E^C(\omega_R) - i\Gamma_E^S(\omega_R)\right]\varphi$.

Здесь $\Gamma_E^{\,C}(\omega_R) = \int\limits_x^\infty R(\tau)\cos\omega_R \tau \, d\tau$, $\Gamma_E^{\,S}(\omega_R) = \int\limits_0^\infty R_\lambda(\tau)\sin\omega_R \tau \, d\tau$ - соответственно, косинус и синус образы Фурье ядра релаксации материала. В качестве примеры вязкоупругого материала примем трех параметрическое ядро релаксации $R(t) = Ae^{-\beta t}/t^{1-\alpha}$, обладающее слабой сингулярностью [2]. При анализе дисперсии гармонических волн параметр κ считается заданным.

На основе решения краевой задачи (7), методом ортогональной прогонки Годунова, был выполнен численный анализ дисперсии этих волн. Численный анализ показал, что с ростом кривизны цилиндрической панели постоянной толщины увеличиваются реальные части комплексной $(C_R = \mathrm{Re}\,al(C))$ скорости распространения первой изгибной моды и уменьшается скорость распространения второй крутильной моды так, что начиная с некоторого значения параметра кривизны, моды дважды пересекаются между собой. С увеличением кривизны увеличивается также и число узловых точек формы колебаний прогиба.

Литература

[1]. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек– Л.: Судпромгиз,1962.-431с.

[2]. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация -М.: Высшая шкала,1976.-277с.

[3]. Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. СО РАН, Новосибирск, 1996.- 188с.

СОБСТВЕННЫЕ ВОЛНЫ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В УПРУГОЙ СРЕДЕ

[1]Тешаев М.Х., [2]Нуриддинов Б.З., [1]Хомидов Ф.Ф.

Бух ИТИ, ТХТИ, Бухара, Ташкент, Узбекистан

Распространение электромагнитных волн в цилиндрическом теле, контактирующем со средой рассматривается в работах [1,2]. В работах [3,4] рассматривается распространение упругих волн в слое или пластинке, контактирующей с деформируемой средой. В этой работе, отличие от других, изучается распространение упругих волн в цилиндрическом теле (или слое), находящемся в упругой среде. Основная цель исследования является изучение существования фазовой скорости распространения волн от геометрических и физико-механических параметров системы. Основные уравнения теории упругости в цилиндрических координатах сводятся к плоской задаче теории упругости.

Постановка задачи и методы решения. Уравнения движения деформируемого слоя при отсутствии массовых сил имеют вид:

$$\mu_j \nabla^2 \vec{u}_j + (\lambda_j + \mu_j)grad\ di\vartheta\ \vec{u}_j = \rho_j \frac{\partial^2 \vec{u}_j}{\partial t^2}\ ,\ j=1,2. \qquad (1)$$

Уравнения (1) справедливы как для цилиндрического слоя j=1, так и для окружающей ее среды j= 2. Здесь $\lambda_j = \dfrac{\nu_j E_j}{(1+\nu_j)(1-2\nu_j)}$; $\mu_j = \dfrac{\nu_j E_j}{2(1+\nu_j)}$, $\vec{u}_j(u_{rj}, u_{\theta j})$- перемещение точек j-го тела (j=1,2) . Если вектор перемещений представить в виде потенциальной и соленоидальной частей, то

$$\vec{u}_j = grad\ \varphi_j + rot\vec{\psi}_j\ ,$$

где φ_j – потенциал продольных волн; $\vec{\psi}_j\,(0,0,\psi_j)$ -потенциал поперечных волн. Потенциалы функций в декартовой системе координат удовлетворяют следующим волновым уравнениям

$$\nabla^2\varphi_j - \frac{1}{c_{pj}^2}\frac{\partial^2\varphi_j}{\partial t^2} = 0;\quad \nabla^2\psi_j - \frac{1}{c_{Sj}^2}\frac{\partial^2\psi_j}{\partial t^2} = 0,$$

где $c_{pj}^2 = (\lambda_j + 2\mu_j)/\rho_j,\ c_{sj}^2 = \mu_j/\rho_j$ - соответственно скорости распространения продольных и поперечных волн.

Рассматрим случай, когда радиальное и осевое перемещение равны нулю[3]

$$u_{r1} = u_{r2} = u_{z1} = u_{z2} = 0\,.\,u_{\theta j} = -\frac{\partial\psi_{rj}}{\partial r} = \frac{\partial\psi_j}{\partial r}. \qquad (1)$$

Тогда волновое уравнение принимает следующий вид:

$$\nabla^2\psi_i = \frac{1}{C_{si}^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2};\quad C_{si}^2 = \mu_i/\rho_i\ \text{i=1,2}\quad . \qquad (2)$$

На границе (r=a_1 и r=a_2, a_1 и a_2-соответственно внутренний и внешний радиусы) цилиндрического слоя и упругих сред .При

$$r = a_1:\quad \tau_{R\theta 1} = 0;$$

$$r = a_2;\quad u_{\theta 1} = u_{\theta 2}, \tau_{R\theta 1} = \tau_{R\theta 2}.$$

Решение волнового уравнения (2) для цилиндра и окружающей его среды записываются в виде:

$$\psi_1 = \left[A^{(1)}H_0^{(1)}(\overline{K}_1 r) + B^1 H_0^{(2)}(\overline{K}_1 r)\right]e^{iK_z z};\ \psi_z = C^{(II)}K_0\left[(\overline{K}_2 r)\right]e^{-iK_z z},$$

где K_0 – модифицированные функции Бесселя; $H_0^{(1)}$ и $H_0^{(2)}$ – функции Ханкеля нулевого порядка первого и второго рода, $\overline{K}_1^2 = \dfrac{\omega^2}{C_{s1}^2};\quad \overline{K}_{21}^2 = \dfrac{\omega^2}{C_{s2}^2}.$

Компоненты вектора смещений в цилиндре и окружающей его среде представляются в виде:

$$u_{\theta 1} = -\frac{\partial\psi_1}{\partial r} = \left[\left(A^I\frac{d}{dr}H_0^{(1)}(\overline{K}_1 r) + B^I\frac{d}{dr}H_0^{(2)}(\overline{K}_1 r)\right)\right]e^{-K_z z}\ ;$$

;

$$u_{\theta 2} = -C^I\frac{d}{dr}K_0(\overline{K}_2 r)e^{-iK_z z}\ ;$$

По условию задачи r = a_1: $\tau_{R\theta 1} = 0$; т.е.

$$\gamma_{R\theta 1} = -\left\{ \begin{aligned} &\left[A^I \frac{d^2}{dr^2} H_0^{(1)}(\overline{K}_1 r) + B^I \frac{d^2}{dr^2} H_0^{(2)}(\overline{K}_1 r) \right] e^{-K_z z} + \\ &+ \frac{1}{r}\left[A^I \frac{d}{dr} H_0^{(1)}(\overline{K}_1 r) + B^I \frac{d}{dr} H_0^{(2)}(\overline{K}_1 r) \right] \end{aligned} \right\} e^{-iK_z z} =$$

$$= -e^{-ir_z z} \mu \left\{ \begin{aligned} &\left[A^I \frac{d^2}{dr^2} H_0^{(1)}(\overline{K}_1 a_1) + \frac{1}{a_1} \frac{d}{dr} H_0^{(1)}(\overline{K}_1 a_1) \right] + \\ &+ B' \left[\frac{d}{dr^2} H_0^{(2)}(k_1 a_1) + \frac{1}{a_1} \frac{d}{dr} H_0^{(2)}(\overline{K}_1 a_1) \right] \end{aligned} \right\} e^{-iK_z z} = 0 .$$

На контакте двух тел (r = a_2) ставится условие жесткого контакта, т.е. $u_{\theta 1} = u_{\theta 2}$:

$$\left[\left(A^I \frac{d}{dr} H_0^{(1)}(\overline{K}_1 a_2) + B^I \frac{d}{dr} H_0^{(2)}(\overline{K}_1 a_2) \right) \right] e^{-K_z z} = .$$

$$= -C^{II} \frac{d}{dr} K_0(\overline{K}_2 a_2) e^{-iK_z z}$$

Также, при r = a_2: $\tau_{R\theta 1} = \tau_{R\theta 2}$. Здесь $\tau_{R\theta 1} = \mu_1 \gamma_{R\theta 1}$; $\tau_{R\theta 2} = \mu_2 \gamma_{R\theta 2}$;

В результате получим:

$$-\mu_1 \left\{ \begin{aligned} &A^1 \left[{}_1\frac{d^2}{dr^2} H_0^{(1)}(\overline{K}_1 a_2) + \frac{1}{a_2} \frac{d}{dr} H_0^{(1)}(\overline{K}_1 a_2) \right] + \\ &+ B^1 \left[{}_1\frac{d^2}{dr^2} H_0^{(2)}(\overline{K}_1 a_2) + \frac{1}{a_2} \frac{d}{dr} H_0^{(2)}(\overline{K}_1 a_2) \right] \end{aligned} \right\} e^{-iK_z z} =$$

$$= \mu_2 \left\{ c^{II} \frac{d^2}{dr^2} K_0^{(2)}(\overline{K}_1 a_2) + \frac{1}{a_2} \frac{d}{dr} K_0(\overline{K}_1 a_2) \right\} e^{-iK_z z} .$$

Для определения произвольных постоянных A^1, B^1 и C^{11} получим однородную систему алгебраических уравнений третьего порядка

$$[C]\,\{q\} = \{0\},$$

где $(q) = \{A^1, B^1, C^{11}\}^T$.

Для того чтобы, система однородных алгебраических уравнений имела нетривиальные решения, определитель алгебраических уравнений должен быть равен нулю. Из этих условий получим следующее дисперсионное уравнение:

$$\begin{vmatrix} -\overline{K}_1^2 H_0^{(1)}\left(\overline{K}_1 a_1\right) & -\overline{K}_1 H_0^{(2)}\left(\overline{K}_1 a_1\right) & 0 \\ -\overline{K}_1 H_1^{(1)}\left(\overline{K}_1 a_2\right) & -\overline{K}_1 H_0^{(2)}\left(\overline{K}_1 a_2\right) & -\overline{K}_{21} K_1\left(\overline{K}_{21} a_2\right) \\ -\overline{K}_1^2 \mu_1 H_0^{(1)}\left(\overline{K}_1 a_{21}\right) & -\overline{K}_1^2 \mu_1 H_0^{(2)}\left(\overline{K}_1 a_2\right) & -\overline{K}_2 \mu_2 K_0\left(\overline{K}_2 a_2\right) \end{vmatrix} = 0 . \quad (3)$$

Здесь использовано следующее соотношение:

$$\frac{d}{da_1} H_0^{(1)}\left(\overline{K}_1\, a\right) = -K_1 H_1^{(1)}\left(\overline{K}_1\, a_1\right), \quad \frac{d}{da_1} H_0^{(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right) = -K H_1^{(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right);$$

$$\frac{d^2}{da_1^2} H_0^{(1),(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right) = -\overline{K}_1 H_1^{(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right) + \frac{\overline{K}_1}{a_1} H_1^{(1),(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right).$$

После некоторых преобразований получим следующее уравнение:

$$\frac{K_1(Ya_2)}{Y\mu_2 K_{01}(Ya_2)} = \frac{H_0^{(1)}(xa_1)H_1^{(2)}(xa_2) - H_0^{(2)}(xa_1)H_1^{(1)}(xa_2)}{x\mu_1(H_0^{(1)}(xa_2)(H_0^{(1)}(xa_2) - H_0^{(1)}(xa_1)H_0^{(2)}(xa_2)}, \qquad (4)$$

$$K_1 = \sqrt{K_1^2 - K_Z^2}\ ;\ K_1^2 = \frac{\omega^2}{V_{\beta_1}^2}\ ;\ V_{\beta_1}^2 = \frac{\mu_1}{\rho_1},$$

в случае $K_z^2 > K_1^2$.

Результаты расчетов. Результаты численных расчетов приведены на рис.1 и рис. 2. Для решения дисперсионного уравнения (1) составили алгоритм на основе метода Мюллера [3], который определяет комплексные коэффициенты уравнения.

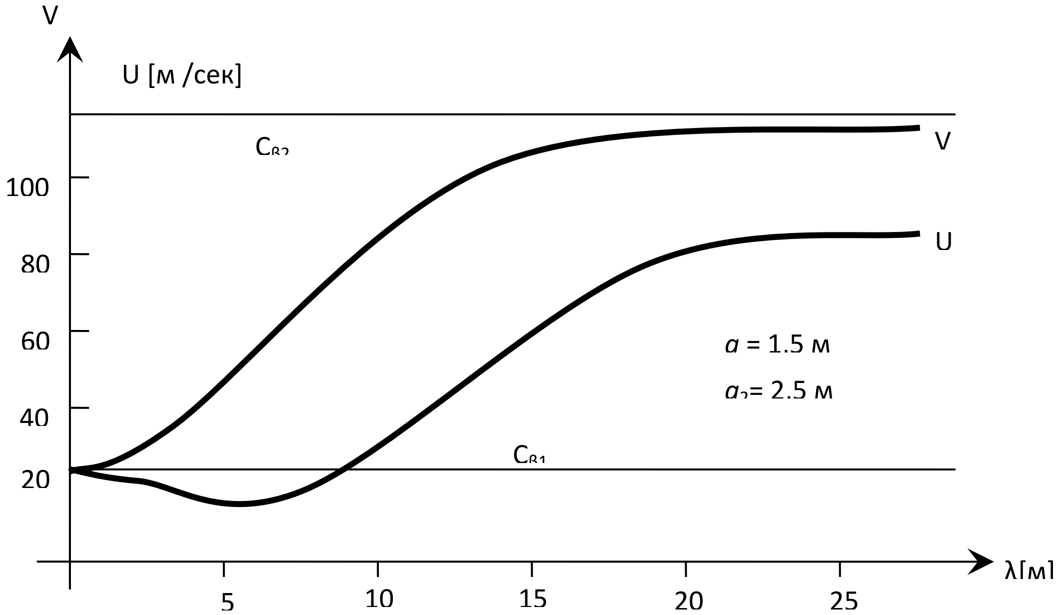


Рис.1. Изменение фазовое и групповые скорости в зависимости от длины волн при $C_{\beta 1}$ = 200 м/с; $C_{\beta 2}$ = 1100 м /с.

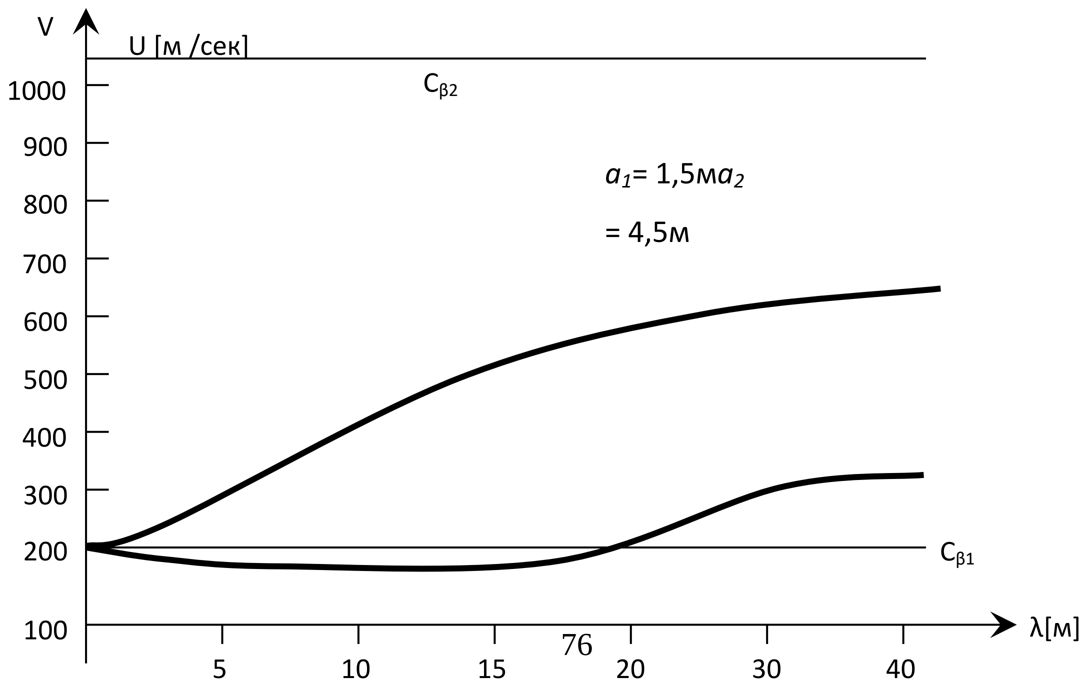


Рис.2. Изменение фазовое и групповые скорости в зависимости от длины волн.

Заметим, что с увеличением толщины слоя первой и второй моды фазовая скорость уменьшается.

Литература

1. Митра Р., Ли С. Аналитические методы теории волноводов. -М.: Мир, 1974, -327с.

2. Фелсен Л., Маркувиц Н. Измерение и рассеяние волн. - М.: Мир, 1978. -387с.

3. Сафаров И.И., Майборода В.П., Траяновский И.Е., Возагашвали М.Г. Волны в слое на деформируемом полупространстве. Расчеты на прочность, вып.25, М.: 1984. с.213-220.

4.Каюмов С.С., Сафаров И.И. Распространение и дифракция волн в диссипативно – неоднородных цилиндрических деформируемых механических системах. Ташкент, Фан, 2004. 215с.

ОСЕСИММЕТРИЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВЯЗКОУПРУГОЙ ОБОЛОЧКИ С ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТЮ

Болтаев З.И., Сабирова Р.А. Рузиев Т.Р.

БухИТИ, БухМИ, Бухара, Узбекистан

Аннотация. В этой статье рассматриваются крутильные колебания цилиндрической вязкоупругой оболочки, контактирующей с вязкой жидкостью.

Введение. Задача о распространении волн в цилиндрической оболочке, заполненной жидкостью или погруженной в жидкость, имеет важное прикладное значение. Явление распространения волнообразного движения жидкости в упругих цилиндрических оболочках привлекало внимание многих исследователей [1,2,3,4,5,6]. В этих работах, посвященных волновым процессам в системе «упругая цилиндрическая оболочка - идеальная жидкость», используются классические и уточненные уравнения оболочек, рассмотрено влияние радиальных и продольных инерционных сил, учтены средняя плотность потока жидкости или газа. В работах [7,8,9] проводится анализ закономерностей волнового процесса в упругой оболочке с вязкой жидкостью в рамках модели линеаризованных уравнений гидродинамики вязкой сжимаемой жидкости. В отличи от других работ здесь система «цилиндрическая оболочка (упругая или вязкоупругая) - жидкость (идеальная или вязкая)» рассматривается как диссипативно неоднородная механическая система [10,11,12].

Ключевые слова: цилиндрическая оболочка, жидкость, волновой процесс, диссипативно неоднородная система, волнообразное движение

Постановка задачи. Рассматривается бесконечная по длине деформируемая (вязкоупругая) цилиндрическая оболочка радиуса R с постоянной толщиной h_0, плотностью ρ_0, коэффициентом Пуассона ν_0, заполненная вязкой жидкостью с плотностью в равновесном состоянии. Колебания такой оболочки под нагрузкой, плотность которой обозначим p_1 , p_2 , p_n соответственно, можно описать, следуя [1, 2, 4], уравнениями:

$$L\vec{u}-\int_0^t LR_E(t-\tau)\vec{u}(\vec{r},\tau)d\tau=\frac{(1-\nu^2)}{E_0h_0}\begin{pmatrix}-p_1\\-p_2\\p_n\end{pmatrix}+\rho_0\frac{(1-\nu_0{}^2)}{E_0}\begin{pmatrix}\dfrac{\partial^2 u}{\partial t^2}\\\dfrac{\partial^2 v}{\partial t^2}\\\dfrac{\partial^2 w}{\partial t^2}\end{pmatrix}. \quad (1)$$

Здесь $\vec{u}=\vec{u}(u_r,u_\theta,u_z)$-вектор перемещений точек срединой поверхности оболочки, причем для оболочек Кирхгофа - Лява он имеет размерность равную трем $(u_r=u;\quad u_\theta=v;\quad u_z=w)$, а для оболочек типа Тимошенко размерность вектора $\vec{u}$ равно пяти. Здесь кроме осевого, окружного и нормального перемещений добавляются еще углы поворота нормали к срединой поверхности в осевом и окружном направлениях [12]; $\{u\ \ v\ \ w\}^T$ - вектор перемещения с осевой, окружной и радиальной компонентами соответственно (знак «+» перед p_n и знак «–» перед последней компонентой инерционного члена говорит о том, что положительным считается перемещение по направлению к центру кривизны); $R_E(t-\tau)$–ядро релаксации; E_0 -модуль упругости.

Амплитуды колебаний считаются малыми, что позволяет записать основные соотношения в рамках линейной теории. Систему линеаризованных уравнений движения вязкой баротропной жидкости можно представить в виде [12]

$$\frac{\partial\vec{\vartheta}}{\partial t}-\nu*\Delta\vec{\vartheta}+\frac{1}{\rho_0^*}grad\,P-\frac{\nu*}{3}grad\;div\vec{\vartheta}=0$$

$$\frac{1}{\rho_0^*}\frac{\partial\rho*}{\partial t}+div\vec{\vartheta}=0;\quad \frac{\partial P}{\partial\rho^*}=a_0^2\,,a_0=const.$$

$$\dot{u}_z=\vartheta_z\,,\dot{u}_r=\vartheta_r\,,\,\dot{u}_\theta=\vartheta_\theta\,,$$

$$q_z=-p_{rz}\,,q_r=-p_r\,,\,q_\theta=-p_{r\theta}\,.$$

$$p_{rz}=\mu^*\left(\frac{\partial\vartheta_z}{\partial r}+\frac{\partial\vartheta_r}{\partial z}\right);$$

$$p_{rr}=-p+\lambda^*\left(\frac{\partial\vartheta_r}{\partial r}+\frac{\partial\vartheta_z}{\partial z}+\frac{\vartheta_r}{r}\right)+2\mu^*\frac{\partial\vartheta_r}{\partial r}\;; \quad (2)$$

$$p_{r\theta}=\mu^*\left(\frac{1}{r}\frac{\partial\vartheta_z}{\partial\theta}+\frac{\partial\vartheta_\theta}{\partial r}-\frac{\vartheta_\theta}{r}\right).$$

Здесь в уравнениях (2) $\vec{\vartheta}=\vec{\vartheta}(\vartheta_r,\vartheta_\theta,\vartheta_z)$ -вектор скорости частиц жидкости ; ρ^* и P- возмущения плотности и давления в жидкости; ρ_0^* и a_0 –плотность и скорость звука в жидкости в состоянии покоя; $\nu^*,\ \mu^*$ - кинематический и динамический коэффициенты вязкости; для второго коэффициента вязкости λ^* принято соотношение $\lambda^*=-\frac{2}{3}\mu^*$; $p_{rz}\,,p_{rr}\,,p_{r\theta}$ -составляющие тензоры напряжений в жидкости.

Соотношения (1) и (2) представляют замкнутую систему соотношений гидро вязко упругости для цилиндрической оболочки, содержащей вязкую сжимаемую жидкость для оболочек, подчиняющихся гипотезе Кирхгофа-Лява.

Подлежат исследованию совместные колебания оболочки и жидкости, гармонические по осевой координате z и экспоненциально затухающие по времени, либо гармонические по времени и затухающие по z.

Принимаем интегральные члены в (1) малыми, тогда функции $\vec{u}(\vec{r},t)=\psi(\vec{r},t)e^{-i\omega_R t}$, где $\psi(\vec{r},t)$-медленно меняющаяся функция времени, ω_R -действительная константа. Далее применяем процедуру замораживания [18], тогда интегро-дифференциальные уравнения (1) принимают следующий вид

$$L\left[1-\Gamma^{C}(\omega_R)-i\Gamma^{S}(\omega_R)\right]\bar{u}=\frac{(1-\nu^2)}{E_0 h}\begin{pmatrix}-p_1\\-p_2\\p_n\end{pmatrix}+\rho\frac{(1-\nu^2)}{E_0}\begin{pmatrix}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\\\frac{\partial^2 v}{\partial t^2}\\\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}\end{pmatrix},\tag{3}$$

где для оболочек Кирхгофа - Лява

$$L=\begin{pmatrix}\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{1-\nu}{2R^2}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2} & \frac{1+\nu}{2R}\frac{\partial^2}{\partial x\partial\varphi} & \frac{\nu}{R}\frac{\partial}{\partial x}\\ \frac{1+\nu}{2R}\frac{\partial^2}{\partial x\partial\varphi} & \frac{1+\nu}{2}(1+4a)\frac{\partial^2}{\partial x^2}+(1+a)\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2} & \frac{1}{R^2}\frac{\partial}{\partial\varphi}-a(2-\nu)\frac{\partial^3}{\partial x^2\partial\varphi}-\frac{a}{R^2}\frac{\partial^3}{\partial\varphi^3}\\ \frac{\nu}{R}\frac{\partial}{\partial x} & \frac{1}{R^2}\frac{\partial}{\partial\varphi}-a(2-\nu)\frac{\partial^3}{\partial x^2\partial\varphi}-\frac{a}{R^2}\frac{\partial^3}{\partial\varphi^3} & \frac{1}{R^2}+a\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{1}{R^2}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right)^2\end{pmatrix},$$

$\Gamma^{C}(\omega_R)=\int\limits_0^\infty R(\tau)\cos\omega_R\tau\,d\tau$, $\Gamma^{S}(\omega_R)=\int\limits_0^\infty R(\tau)\sin\omega_R\tau\,d\tau$ - соответственно, косинус и синус образы Фурье ядра релаксации материала. В качестве примера вязкоупругого материала примем трех параметрическое ядро релаксации $R(t)=Ae^{-\beta t}/t^{1-\alpha}$, ρ – плотность материала оболочки; E – модуль Юнга; ν – коэффициент Пуассона, $a=h^2/12R^2$. Перейдём к безразмерной осевой координате $\xi=x/R$ и помножим на R^2 систему (3). Матрица полученной системы примет вид

$$L=\begin{pmatrix}\frac{\partial^2}{\partial\xi^2}+\frac{1-\nu}{2}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2} & \frac{1+\nu}{2}\frac{\partial^2}{\partial\xi\partial\varphi} & \nu\frac{\partial}{\partial\xi}\\ \frac{1+\nu}{2}\frac{\partial^2}{\partial\xi\partial\varphi} & \frac{1-\nu}{2}(1+4a)\frac{\partial^2}{\partial\xi^2}+(1+a)\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2} & \frac{\partial}{\partial\varphi}-a(2-\nu)\frac{\partial^3}{\partial\xi^2\partial\varphi}-a\frac{\partial^3}{\partial\varphi^3}\\ \nu\frac{\partial}{\partial\xi} & \frac{\partial}{\partial\varphi}-a(2-\nu)\frac{\partial^3}{\partial\xi^2\partial\varphi}-\frac{a}{R^2}\frac{\partial^3}{\partial\varphi^3} & \frac{1}{R^2}+a\left(\frac{\partial^2}{\partial\xi^2}+\frac{1}{R^2}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}\right)^2\end{pmatrix}.\tag{4}$$

Раскрывая уравнения (2) и (3) в координатной форме, нетрудно заметить, что соотношения (2)-(3) распадаются на независимые краевые задачи:

-крутильные колебания:

$$\frac{\partial p_{r\theta}}{\partial r}+\frac{2p_{r\theta}}{r}+\frac{\partial p_{\varphi z}}{\partial z}=\rho_0^*\ddot{\vartheta}_\theta,$$

$$p_{r\theta}=\eta\left(\frac{\partial\vartheta_\theta}{\partial r}-\frac{\vartheta_\theta}{r}\right),\quad p_{\theta z}=\eta\frac{\partial\vartheta_\theta}{\partial r},$$

$$r=R:\ Gh\frac{\partial^2 u_\theta}{\partial z^2}-(\rho_0 h\ddot{u}_\theta\pm\sigma_{\varphi r})=0,\qquad G=\frac{E}{2(1+\nu_0)}.$$

$$r=0:\quad p_{r\theta}=0.$$

(5)

- продольно- поперечные колебания:

$$\frac{\partial p_{rr}}{\partial r}+\frac{p_{rr}-p_{\theta\theta}}{r}+\frac{\partial p_{rz}}{\partial z}=\rho_0^*\ddot{\vartheta}_r$$

$$\frac{\partial p_{rz}}{\partial r}+\frac{p_{rz}}{r}+\frac{\partial p_{zz}}{\partial z}=\rho_0^*\ddot{\vartheta}_z$$

$$p_{rr}=-p+k_\eta div\,\dot{\vec{\vartheta}}+2\eta\frac{\partial\vartheta_r}{\partial r},$$

$$p_{\theta\theta}=-p+k_\eta div\,\dot{\vec{\vartheta}}+2\eta\frac{\vartheta_r}{r}$$

$$p_{zz}=-p+k_\eta div\,\dot{\vec{\vartheta}}+2\eta\frac{\partial\vartheta_z}{\partial z}$$

(6)

$$\sigma_{xs}=\eta\left(\frac{\partial U_z}{\partial z}+\frac{\partial U_s}{\partial r}\right)$$

$$\dot{\rho}+\rho_0 div\,\dot{\vec{\vartheta}}=0,\qquad div\,\vec{\vartheta}=\frac{\partial\vartheta_r}{\partial r}+\frac{\vartheta_r}{r}+\frac{\partial\vartheta_z}{\partial z},\qquad \frac{\partial p}{\partial\rho}=C_0^2$$

$$r=R:\qquad \frac{\partial^4 u_r}{\partial z^4}+\frac{C}{R}\left(\frac{u_r}{R}+\nu_0\frac{\partial u_z}{\partial z}\right)+p_{rr}+\rho_0 h\ddot{u}_r=0,$$

$$C\left(\frac{\partial^2 u_r}{\partial z^2}+\frac{\nu_0}{R}\frac{\partial u_r}{\partial R}\right)-(p_{rz}\pm\rho_0 h\ddot{u}_z)=0,$$

$$r=0\qquad p_{rz}=0\qquad u_r=0.$$

Пусть волновой процесс периодичен по z и затухает по времени, тогда задаётся действительное волновое число k, а комплексная частота является искомым собственным значением. Решение краевых задач (2)-(6) для основных неизвестных, удовлетворяющих наложенным выше ограничениям на зависимость по времени и координате z, следует искать в виде [14]

$$(p_{rr}\ ,p_{rz}\ ,p_{r\theta}\ ,\vec{u},\ \vec{\vartheta})^T=\sum_m(\sigma_{rm}(\xi,\varphi,t),\tau_{zm}(\xi,\varphi,t),\tau_{\varphi m}(\xi,\varphi,t),\vec{u}_m(\xi,\varphi,t),\vec{\vartheta}_m(\xi,\varphi,t))^T,$$

(7,a)

где $\vec{u}_m(\xi,\varphi,t)=\vec{u}_m\{U_m,V_m,W_m\}^T,\qquad \vec{\vartheta}(\xi,\varphi,t)=\vec{\vartheta}_m\{\vartheta_{rm},\vartheta_{\theta m},\vartheta_{zm}\}^T.$

Выражение (7а) представим в виде

$$(\sigma_{rm}(\xi,\varphi,t),\tau_{zm}(\xi,\varphi,t),\tau_{\varphi m}(\xi,\varphi,t))^T=(\sigma_r\cos(m\varphi),\tau_z\cos(m\varphi),\tau_\varphi\sin(m\varphi))^T\ e^{i\kappa z-i\omega t},$$

(7,б)

$$(\vec{u}_m(\xi,\varphi,t),\vec{\vartheta}_m(\xi,\varphi,t))^T=$$
$$=(U_m\cos(m\varphi),\,V_m\sin(m\varphi)\,,W_m\cos(m\varphi),\vartheta_r\cos(m\varphi),\vartheta_\theta\cos(m\varphi),\vartheta_z\cos(m\varphi))^T\ e^{i\kappa z-i\omega t},$$

(7,c)

где $\sigma_r,\tau_z,\tau_\varphi,\ U_m,V_m,W_m,\ \vartheta_r,\vartheta_\theta,\vartheta_z$ - амплитудная комплексная вектор – функция; κ– волновое число; C - фазовая скорость; ω – комплексная частота; m – окружное волновое число (число окружных волн), принимающее значения m = 1, 2, 3… Случай m =

0 -осе-симметричные колебания. Такой подход позволит искать решение задачи для каждого фиксированного значения окружного волнового числа *m* независимо.

Таким образом C, k, ω - суть известные действительные и зависящие от спектрального комплексного параметра и от типа задачи.

Для выяснения их физического смысла рассмотрим два случая:

1) $\kappa = \kappa_R$; C = C_R +iC_i; тогда решение (5) имеет вид синусоиды по *x*, амплитуда которой затухает по времени;

2) $\kappa = \kappa_R + i\kappa_I$; C = C_R; тогда в каждой точке *x* колебания установившиеся, но по *x* затухают.

В осесимметричном случае на оси r=0 должны выполняться условия $p_{r\theta} = p_{rz} = 0$, ϑ_r =0. Если внешняя поверхность r=R предполагается неподвижной, тогда u_r=u_z=u_φ=0. Суперпозиция решений (8) образует экспоненциально затухающую по времени стоячую волну, которая описывает собственные колебания жидкости и цилиндрической оболочки конечной длины с краевыми условиями. При бесконечной длине оболочки, по аналогии, указанный тип движения (8) будем называть ***собственными или свободными*** колебаниями. В случае стационарного по времени и затухающего по координате процесса, наоборот, известной является действительная частота ω, а искомым – комплексное волновое число *k*. В отличии от собственных, эти колебания условимся называть ***установившимися***. Действительные части величин ω в первом случае, и k , во втором случае, имеют физический смысл частот процесса по времени и координате соответственно. Мнимые части - скорость затухания волновых процессов по времени и Z соответственно [13]. Величину 1/Imk иногда определяют, как интервал распространения затухающей волны. В предельном упругом случае интервал распространения бесконечен. Степень затухания волнового процесса на временном периоде характеризуется логарифмическим декрементом

$$\delta_c = 2\pi |\operatorname{Im}\omega| / \operatorname{Re}\omega \tag{8,а}$$

аналогично пространственный декремент равен

$$\delta_y = 2\pi |\operatorname{Im} k| / \operatorname{Re} k \, . \tag{8,б}$$

Итак, имеются четыре варианта возможных стационарных движений, которые рассмотрены ниже: собственные и установившиеся колебания систем оболочка - жидкость внутри и оболочка-жидкость снаружи [15]. Подставляя решения (7) в систему дифференциальных уравнений (2)-(6), получим систему обыкновенных дифференциальных уравнений с комплексными коэффициентами, которая решается методом ортогональной прогонки Годунова с сочетанием методом Мюллера[18] в комплексной арифметике .

Литература

1. Тер-Акопянц Г.Л. Об уточнении результатов влияния жидкости на распространение волн в упругой цилиндрической оболочке// Журнал Фундаментальные исследования, технические науки №10, 2013г. С.516-520.

2. Sorokin S.V. Fluid-Structure Interaction and Structural Acoustics. Book of Lecture Notes. – Technical University of Denmark, 1997. – 188 p.

3. Vijay Prakash S., Venkata R. Sonti Asymptotic expansions for the structural wavenumbers of isotropic and orthotropic fl uid-fi lled circular cylindrical shells in the intermediate frequency range// Journal of Sound and Vibration. Manuscript Draft. Manuscript Number: JSV-D-12-01440. – 15 с.

4. Вольмир А.С. Оболочки в потоке жидкости и газа: Задачи гидроупругости. – М.: Наука.1979. – 320 с

5. Амензаде Р.Ю., Салманова Г.М., Муртуззаде Т.М. Пульсирующее течение жидкости в оболочке с учетом эффекта жесткости внешней среды . //Журнал. Baki universitetinin xəbərləri. Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası,№1, 2013,С.70-78

6. Амензаде Р.Ю. Неосесимметричное колебание идеальной жидкости в упругой обо-
лочке. //ДАН СССР. т. 229, №3, 1976, с. 566-568.

7.Гузь А.Н. Распространение волн в цилиндрической оболочке с вязкой сжимаемой жидкостью// Прикл. Механика. -1980.-16, №10.-С.10-20

8.ЩурукГ.И. К вопросу распространении неосесимметричных волн в гидроупругой системе оболочка – вязкая жидкость. //Журнал. Системные технологии, 3(62).С. 76-81

9. Мокеев В.В., Павлюк Ю.С. О приближенном учете сжимаемости жидкости в задачах гидро- упругости // Проблемы машиностроения и надежности машин. 1999, N 5. 85—95.

10. Сафаров И.И. Колибания и волны в диссипативно недородных средах и конструкциях .-Тошкент. Фан, 1992-250с.

11. Сафаров И.И., Тешаев М.Х., Болтаев З.И. Волновые процессы в механическом волноводе. LAP LAMBERT Academic publishing (Германия). 2012.,217 с.

12. Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. СО РАН, Новосибирск, 1966, 188с.

13.Каюмов С.С., Сафаров И.И. Распространение и дифракция волн в диссипативно – неоднородных цилиндрических деформируемых механических систем. Ташкент: ФАН, 2002г, 214с

14. Гринченко В.Т., Мелешко В.В. Гармонические колебания и волны в упругих телах. – Киев: Наукова Думка, 1981, с. 284.

15. Фролов К.В., Антонов А.Н. Колебания оболочков жидкости –М.: Наука, 1983. 365с.

16.Васин С.В.,Миколюк В.В. Свободные колебания соосных цилиндрических оболочек , разделенных вязкой жидкостью Гидроаэромех. И теория упругости. 1983,№3, с.108-116.

17. Новичков Ю.Н. Исследование спектров частот собственных колебаний цилиндрических оболочек, содержащих сжимаемую жидкость. Наука, М. 19966,-74с.

18. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация.- М.: Высшая школа, 1976.

19. Мяченков В.И., Григорьев И.В. Расчёт тонкостенных оболочечных конструкций на ЭВМ. – Справочник. М.: Машиностроение, 1981, 210 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВИВШИХСЯ КОЛЕБАНИЙ В ВЯЗКОУПРУГОЙ ПЛАСТИНКЕ

Сафаров И.И., Болтаев З.И., Рузиева М.А.

Ташкентский химико-технологический институт

Бухарский инженерно-технологический институт

Выведем основные соотношения классической теории пластин переменной толщины на основе принципа возможных перемещений. Для виртуальной работы сил инерции (δA_I) запишем следующее соотношение:

$$\delta A_I = -\int_V \rho \ddot{u}_i \delta u_i \, dV ,$$

где ρ - плотность тела; u_i – компоненты перемещения; $\ddot{u}_i = \partial^2 ui / \partial t^2$; t -время. Здесь и далее подразумевается суммирование по повторяющимся индексам. Рассмотрим клиновидную пластинку, бесконечную вдоль оси x_2. В соответствии с гипотезами Кирхгофа-Лява имеем:

$$\sigma_{13} = \sigma_{23} = \sigma_{33} = 0; \quad u_i = -x_3 \frac{\ddot{a}W}{\ddot{a}x_i}; W(x_3) \equiv W \quad , \tag{1}$$

где W – прогиб срединной плоскости пластинки.

Среди множества решений системы выберем те, которые описывают гармонические плоские волны, распространяющиеся вдоль оси x_2

$$y_i = z_i(x_1)e^{i(\hat{e}\tilde{o}_2 - \omega t)} \quad . \tag{2}$$

Подставляя решение (2) в систему дифференциальных уравнений в частных производных, получим систему обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, разрешенную относительно производных:

$$\begin{cases} z_1' = z_2; \\ z_2' = -\dfrac{6(1-\nu)}{h^3} z_3 + \nu\kappa^2 z_1; \\ z_3' = z_4 - \dfrac{h^3 \Gamma_k}{3} \kappa^2 z_2; \\ z_4' = \nu\kappa^2 z_3 + \dfrac{(1+\nu)h}{6} \kappa^4 z_1 - h\left(\dfrac{\omega}{C_s}\right)^2 \Gamma_k z_1; \end{cases} \tag{3}$$

Граничные условия для этой системы можно записать в следующем виде:

а) свободный левый край пластинки: $z_3(0) = z_4(0) = 0$ (4,а)

б) свободный правый край пластинки: $z_3(l_1) = z_4(l_1) = 0$ (4,б)

в) защемленный правый край пластинки: $z_1(l_1) = z_2(l_1) = 0$ (4,с)

Таким образом, сформирована спектральная краевая задача (2-4) по параметру ω, описывающая распространение изгибных плоских кромочных волн в пластинке Кирхгофа-Лява. Отыскивая, как и ранее, решения, описывающие плоские гармонические волны, распространяющиеся вдоль оси x_1, будем искать решение системы (4) в виде

$$\begin{cases} y_1 = z_1(x_1)\cos(\hat{e}x_2 - \omega t); \\ y_2 = z_2(x_1)\cos(\hat{e}x_2 - \omega t); \\ y_3 = z_3(x_1)\sin(\hat{e}x_2 - \omega t); \\ y_4 = z_4(x_1)\cos(\hat{e}x_2 - \omega t); \\ y_5 = z_5(x_1)\cos(\hat{e}x_2 - \omega t); \\ y_6 = z_6(x_1)\sin(\hat{e}x_2 - \omega t). \end{cases} \tag{5}$$

Подставляя соотношения (5) в систему дифференциальных уравнений в частных производных (3), получим систему обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, разрешенную относительно производных:

$$\begin{cases} z_1' = z_2 + \dfrac{z_n}{\chi h}; \\ z_2' = -\nu\kappa z_3 - \dfrac{6(1-\nu)}{3} z_5; \\ z_3' = \kappa z_2 - \dfrac{12}{h^3} z_6; \\ z_4' = \chi h\kappa z_3 + \kappa^2\left(\chi h - \dfrac{hc^2}{\Gamma_л}\right) z_1; \\ z_5 = -\kappa z_6 + z_4 + \dfrac{h^3}{12\Gamma_л}\omega^2 z_2; \\ z_6' = -\chi h\kappa z_1 - \left[\chi h + \dfrac{\kappa^2 h^3}{12\Gamma_л}\left(2(1+\nu) - \dfrac{c^2}{\Gamma_л}\right)\right] z_3 + \nu\kappa z_5. \end{cases} \tag{6}$$

Таким образом, сформулирована спектральная краевая задача (6) по параметру ω, описывающая распространение изгибных плоских кромочных волн в пластинке Тимошенко, которые решаются в области $0 \le x_1 \le l_1, -\infty < x_2 < +\infty$.

На рис. 1 показаны дисперсионные кривые фазовых скоростей первых трех мод колебаний в пластинке Кирхгофа-Лява с линейным законом изменения толщины

$$h(x_1) = h_0 x_1^p, \qquad o < x_1 \le b,$$

где параметр p принимался равным 1,5; 2; 2,5; 3 в соответствии с обозначениями кривых 1, 2, 3, 4.

Отметим качественное различие в поведении сплошных и пунктирных линий. При $p=1$, как отмечалось выше, фазовые скорости асимптотически приближаются к ненулевым предельным значениям, кривая первой моды монотонно возрастает.

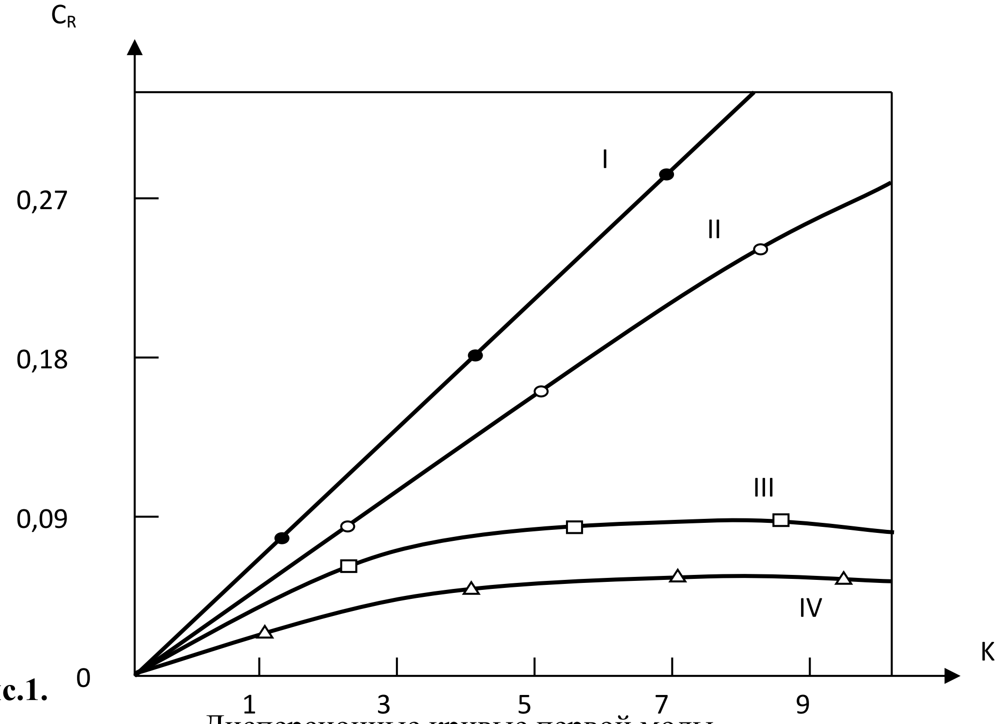


Рис.1. Дисперсионные кривые первой моды

I. $h_1=h_2=0,1$; II. $h_1=h_{2/2}=0,05$; III. $h_{2/100} = 0,001$; IV. $h_1=h_{2/1000}=0,001$

Литература

1. Гахов Ф.Д. Краевые задачи. М.: Физмат, 243, 1963, -639 с

О ВОЗДЕЙСТВИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН НА ДВУХ НИТОЧНЫЙ ТРУБОПРОВОД С ЖИДКОСТЬЮ

Рахмонов Б. С, Сафаров У.И. Хамроева З.К.

УрГУ,Хоразм, БухИТИ, Бухара, Узбекистан.

Рассмотрим динамическое напряженно - деформированное состояние протяженного многониточного (двух или трех ниточного) трубопровода на гармоническое воздействие в рамках плоской задачи динамической теории упругости [1]. При этом исследуем случай стационарной дифракции плоских волн на ряде периодически расположенных полостей, подкрепленных кольцами с идеальной сжимаемой жидкостью внутри. Решение поставленной задачи осуществим методом потенциалов [2]. В частном случае рассмотрим задачу динамической теории линейной упругости о воздействии гармонических волн на трубы, уложенные в высокой насыпи в две нитки и заполненные идеальной сжимаемой жидкостью. При этом рассмотрим случай, когда волна падает перпендикулярно к оси соединяющей центры труб, и к продольной оси этих труб. Поставленная задача решается в бицилиндрических системах координат, которые связаны с декартовой следующими соотношениями [2]:

$$x=(a\sin\xi)/(ch\eta-\cos\xi),\quad y=(a\,sh\eta)/(ch\eta\ \cos\xi),\ z=z\ , \tag{1}$$

где: a - половина расстояния между точками $\eta=-\infty$ и $\eta=\infty$. Тогда, получим следующее уравнение Гельмгольца в биполярных координатах:

$$\left[a^{-2}(ch\eta-\cos\xi)^2\right]\left[(v)_{\xi\xi}+(v)_{\eta\eta}\right]+k^2v=0\ . \tag{2}$$

Решение уравнения (2) в аналитическом виде представляет значительные трудности, которые можно обойти путем нахождения асимптотического решения поставленной задачи для близкой поверхности трубы интересующей нас области. В результате проведенных преобразований получим следующий асимптотический вид уравнения:

$$(v)_{\xi\xi}+(v)_{\eta\eta}+(2kae^{\pm\eta})^2v=0. \tag{3}$$

Решение уравнение (3) ищем в виде ряда:

$$v=\sum_{n=0}^{\infty}\left[v_n^a(\eta)\cos n\xi+v_n^b(\eta)\sin n\xi\right]\varepsilon^{-iwt} \tag{4}$$

Подставив (4) в (3) и приравняв коэффициенты при соответствующих гармониках, получим следующее обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$v_n''+\left[(2kae^{\pm\eta})^2-n^2\right]v_n=0. \tag{5}$$

Стандартной заменой

$$v_n(\eta)=z(t)\qquad ,\ t=\exp(\pm\eta)$$

сводим (5) к уравнению Бесселя вида

$$t^2z''+tz'+(4k^2a^2-n^2)z=0\ , \tag{6}$$

которое имеет частное решение в виде цилиндрической функции $z(2ake^{-\eta})$, а решение уравнения Гельмгольца запишется как:

$$\varphi=\sum_{n=0}^{\infty}A_nZ_n(2ake^{\mp\eta})\cos n\xi e^{-iwt}\ ,$$
$$\psi=\sum_{n=0}^{\infty}B_nZ_n(2ake^{\mp\eta})\sin n\xi e^{-iwt}\ . \tag{7}$$

Теперь поставим краевые условия. Для этого используем условия (7) и замену $r=\eta$ и $\theta=\xi$. Учитывая полученные соотношения, выведем решение краевой задачи для случая падения на две подземные трубы P - волн сжатия и SV-волн, сдвига перпендикулярно к оси *Oy*. Волновой потенциал имеет вид

$$\varphi^{(i)}=Ae^{i\alpha.x-iwt}\ . \tag{8}$$

Для представления (8) в виде (7) запишем (8) с помощью (1) в биполярных координатах. Затем удержим член ряда (7) и подставив его в (8), получим:

$$\varphi_1^{(i)}=Ae^{ik2a\exp(\mp)^{\eta}\sin\xi e^{-iwt}}\ . \tag{9}$$

Разложив второй сомножитель выражения (9) в ряд Фурье (комплексная форма) и после небольших преобразований получим окончательное выражение для потенциала падающей P - волны:

$$\varphi_1^{(i)}=A\sum_{n=0}^{\infty}\varepsilon_nJ_n(\alpha_1\tau)\cos n\xi e^{-iwt}\qquad , \tag{10}$$

где $\tau=2a\exp(\mp\eta)$.

Потенциалы же отраженных от труб волн после применения теоремы сложения и, учитывая периодичность задачи, будут иметь вид:

$$\varphi_1^{(r)}=e^{-iwt}\sum_{n=0}^{\infty}\left[A_nH_n^{(1)}(\alpha_1r)+S_nJ_n(\alpha_1r)\right]e^{in(\theta-\gamma)},$$
$$\psi_1^{(r)}=e^{-iwt}\sum_{n=0}^{\infty}\left[B_nH_n^{(1)}(\beta_1r)+\sigma_nJ_n(\beta_1r)\right]e^{in(\theta-\gamma)},$$

$$S_n = \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} A_p E_p \left[e^{im\xi} H_{n-p}^{(1)}(\alpha_1 m\delta) + e^{-im\xi} H_{n-p}^{(1)}(\alpha_1 m\delta) \right], \quad (11)$$

$$Q_n = \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} B_p E_p \left[e^{im\xi} H_{n-p}^{(1)}(\beta_1 m\delta) + e^{-im\xi} H_{n-p}^{(1)}(\beta_1 m\delta) \right],$$

где: $\xi = k\delta\cos\gamma, \delta$ - расстояние между центрами труб.

Потенциалы преломленных волн в трубах запишутся в виде

$$\varphi_2 = e^{i(m\xi - w\xi)} \sum_{n=0}^{\infty} E_n \left[C_n H_n^{(1)}(\alpha_1 r) + D_n H_n^{(2)}(\alpha_2 r) \right] e^{in(\theta-\gamma)},$$

$$\psi_2 = e^{i(m\xi - w\xi)} \sum_{n=0}^{\infty} E_n \left[E_n H_n^{(1)}(\beta_1 r) + F_n H_n^{(2)}(\beta_2 r) \right] e^{in(\theta-\gamma)}, \quad (12)$$

а потенциал скоростей в идеальной форме сжимаемой жидкости

$$\varphi_3 = e^{i(m\xi - w\xi)} \sum_{n=0}^{\infty} E_n G_n J_n(\alpha_3 r) e^{in(\theta-\gamma)} \,. \quad (13)$$

В результате получается бесконечная система линейных уравнений, которая решается приближенным методом редукции, при условии, что не выполняется соотношение.

$$k\delta(1 \mp \cos\gamma) = 2\pi n$$

Общая характеристика программы предназначена для многониточных труб в насыпи для случая падения сейсмических волн перпендикулярно к оси, проходящей через центры труб.

Подставив (11) и (12) в граничние условия, получим окончательные решения задачи о падении соответственно P- и SV - волн на две подземные трубы. Произвольные постоянные A_n, B_n, C_n и др. определяются из системы алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами

$$[C]\{q\}=\{\rho\}$$

где: C - определитель (12х12) - порядка, элементы которой являются функцией Бесселя и Ханкеля 1-го 2-го рода *n*-го порядка; q - вектор столбец неизвестных величин, ρ - вектор правой части. Система алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами решается методом Гаусса с выделением главного элемента.

Вводимая информация содержит минимально необходимые данные: упругие характеристики (E и ν) грунта насыпи и труб; плотность грунта, трубы и жидкости ее заполняющей; внутренний и внешний радиусы труб; преобладающий период колебаний частиц грунта; координаты точки, в которой ищется НДС; коэффициент сейсмичности. С помощью специальной метки можно рассчитывать как трубы, заполненные идеальной сжимаемой жидкостью, так и пустые трубы.

Вычисление цилиндрических функций Бесселя и Ханкеля производится по известным формулам. Решение системы линейных уравнений осуществляется методом Гаусса с выделением главного члена.

Влияние расстояния между трубами. В табл. 1 приведены значения коэффициента $\eta_{max} (\eta_{max} = |\sigma_{rr}| / (\lambda + 2\mu)\alpha^2 A$ максимального радиального давления грунта на трубы при различном расстоянии в свету d между ними в случае падения P - волны.

Таблица 1

Значение коэффициента динамической концентрации при различных расстояниях между трубами для случая падения P – волны

D/d	0,5	1,0	2,0	4,0
η_{max}	1,68	1,76	1,61	1,60

При этом принималось: волновое число P - волны - α_r=1,0: внутренний и наружный радиусы труб: R_0=0,8 *т* и R=1,0 *т*: преобладающий период колебаний частиц грунта T=0,2 сек. Характеристики грунта насыпи: постоянные Ламе: λ_1=8,9 МПа; μ_1=4,34МПа; плотность ρ_1=1,74Кн сек^2/м^4. Характеристики материала трубы: λ_2=8690МПа; μ_2=12930МПа; ρ_2=2,55Кн сек^2/м^4.

Из табл.1 следует, что сначала при увеличении расстояния между трубами 0,5≤d/D≤1,0 коэффициент η_{max} немного возрастает (на 5%), а при дальнейшем увеличении d/D>1,0 убывает более резко (на 10%). При d/D>2,0 значение η_{max} стабилизируется, т.е. практически не меняется, при l≤4,0 близко к значению η_{max} для одиночной трубы, согласно расчетам.

Следовательно, взаимное влияние железобетонных труб многониточной укладки имеет место при расстоянии в свету между ними d≤4,0D и приводит к увеличению максимального динамического давления грунта на них по сравнению с одиночной трубой. Этот эффект увеличения коэффициента η_{max} связан с наложением волн, отраженных несколькими поверхностями многониточных труб. При этом немонотонное возрастание коэффициента η_{max} с уменьшением расстояния между трубами d/D связано, по нашему мнению, с явлением интерференции наложенных после отражения волн. Это явление чрезвычайно важно для практики проектирования сейсмических подземных многониточных трубопроводов, т.к. позволяет подобрать оптимальное расстояние между трубами, при котором динамическое давление при сейсмическом воздействии минимально. Например, в табл.1 таким расстоянием является d=0,5D. Отметим, для сравнения, что в случае статического воздействия наблюдается обратная картина: давление грунта на многониточные трубы меньше, чем на одиночную.

ЛИТЕРАТУРА

1.Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно неодродных средах и конструкциях .-Ташкент. ФАН, 1992.-250с.

СОБСТВЕННЫЕ ВОЛН В ЛИНЕЙНЫХ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ТЕЛАХ С НАЧАЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Мустафоев Н.С., Баротова Н.С., Рузиева М.А.
Бухарский инженерно-технологический институт

В настоящее время наблюдается тенденция усложнения технологии добычи ископаемых углеводородов в связи со все возрастающей труднодоступностью месторождений, разведданных взамен уже исчерпанных. Особое значение имеет разработка океанического шельфа, нефтегазовые запасы которого весьма обширны. Бурение и эксплуатация скважин в условиях океана, особенно в зоне больших глубин, сильных подводных течений или ледяного покрова, сопряжено с повышенными экономическими и экологическими рисками. Строящиеся нефтяные и газовые скважины подводного бурения состоят из большого числа соосных обсадных колонн, зазоры между которыми заполняются водой или, для повышения прочности, цементируются. Процесс цементирования зазоров является одним из наиболее технологически сложных этапов постройки

скважины, и контроль его качества с помощью методов теории упругости.

Одной из актуальных проблем нелинейной теории упругости является теория распространения упругих волн в телах с начальными напряжениями [1-10, 12-15, 20-23, 25, 26, 30]. В 70-х годах сформировалась новая отрасль науки – акустоупругость, которая исследует закономерности распространения упругих волн в предварительно напряженных телах. Практический интерес к исследованиям в области акустоупругости вызван несколькими причинами: необходимостью неразрушающего контроля технологических напряжений и напряжений в элементах конструкций и возможностью определения констант упругости третьего порядка.

Развитию теории акустоупругости предшествовали теоретические работы [45, 46], в которых на основе теории наложения малых деформаций на конечные деформации получены уравнения с начальными напряжениями. В работах [46, 47] рассмотрено распространение плоских волн в материале, находящемся в состоянии однородной деформации, и исследованы условия существования единственности решения данной задачи.

В экспериментальной работе [42] изложены результаты определения влияния статических напряжений на звукопроводность и скорость звука в металлах. При этом исследовалось затухание и изменение скорости продольной волны в стальной, медной и алюминиевой проволоках под действием статического напряжения.

В работе [9] предложен способ оценки величины деформации с помощью времени распространения упругих волн при его изменении в процессе деформирования. Недостатком способа является отсутствие учета влияния величины упругих напряжений на измеряемый параметр.

В работе [13] дано систематическое изложение основ теории распространения упругих волн в сжимаемых и несжимаемых телах с начальными напряжениями, построенной на основе линеаризованной теории упругости, рассмотрены различные варианты нелинейной теории упругости без учета температурных эффектов. В монографии [15] изложены основные положения теории акустоупругости и описан ультразвуковой неразрушающий метод определения напряжений.

Исследование значений коэффициентов упругости третьего порядка для геометрически линейной и нелинейной теорий приведены в работе [50], для нескольких материалов экспериментально получены значения этих коэффициентов для двух вариантов линеаризованной теории упругости.

В работах [45-49] исследованы возможности импульсного ультразвукового метода измерения механических напряжений, основанного на эффекте акустоупругости. Разработаны простые алгоритмы определения двухосного напряженного состояния, исключающие громоздкие расчеты зависимостей скоростей упругих волн от начальных напряжений. Приведены примеры определения остаточных сварочных напряжений акустическим методом.

Изменение скорости распространения ультразвуковых волн при растяжении поликристаллических материалов в пластической зоне исследовалось в работах [29, 43]. Показано, что зависимости скорости звука от начальных деформаций и напряжений универсальны для разных металлов и сплавов. Предложена методика определения временного сопротивления материалов.

В работах [16, 27, 28, 34, 36] приведены экспериментальные исследования напряженного состояния различных стендов с применением разработанного в НИИ измерительных систем опытного образца акустотензоизмерителя НПИН-01.

Поведение акустических волн в предварительно напряженных твердых телах описывается с помощью линеаризованной теории упругости. Целью данной главы является сравнение результатов расчета фазовой скорости поперечных и продольных акустических волн в телах с начальными напряжениями для разных вариантов теории упругости с экспериментальными данными.

Литература

1. Гузь А.Н., Махорт Ф.Г., Гуща О.И. Введение в акустоупругость. – Киев: Наукова думка, 1977, 152 с.

2. Hayes M., Rivlin R.S. Surface waves in deformed elastic materials, Arch. Ration. Mech. and Analysis, 1961, v. 8, № 5, p. 358-380

3. Махорт Ф.Г. К теории распространения поверхностных волн в упругом теле с начальными деформациями. Прикладная механика, 1971, т. 7, № 2, с. 34 – 40

4. Круглов В.В., Зазнобин В.А., Самохвалов Р.В. Результаты измерений напряженно-деформированного состояния трубных сталей ультразвуковым методом. Вторая международная научно-техническая конференция «Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики», Москва, ВНИИАЭС, 2001, ч. 2, с. 107-112

5. *Викторов И. А.* Физические основы применения ультразвуковых волн Рэлея и Лэмба в технике. - М.: Наука, 1966. - 168 с.

6. Динамика и устойчивость слоистых композиционных материалов. Киев: Наук. думка, 1992.

7. *Ерофеев В.И., Кажаев В.В., Шешенин С.Ф.* Дисперсия продольных и сдвиговых упругих волн в твердых двухкомпонентных инерционных смесях. // Механика композиционных материалов и конструкций. 1999, Т5, №3,С.107-114.

8. *Жуковский Н.Е.* Избр. собр. соч.: В 3 т. - Л.; М.: Гостехиздат, 1948-1950.

9. *Зарембо Л.К., Красильников В.А*. Введение в нелинейную акустику. -М.: Наука, 1996-520 с.

10. *Крайко А. Н., Нигматулин Р. И., Старков В. К., Стернин Л. Е.* Механика многофазовых сред // Итоги науки и техники. Механика разреженного газа и многофазных сред. - 1972. - 6. - С. 93-174.

11. *Мандельштам Л. И.* Лекции по теории колебаний. - М.: наука, 1972.- 470 с.

12. *Мун Ф.* Удар и распространение волн в композиционных материалах // Композиционные материалы. - М.: Машиностроение,1978. - Т.7. -344 с.

13. *Нигматулин Р. И.* Основы механики гетерогенных сред. - М.: Наука, 1978.- 336 с.

14. *Николаевский В. Н., Басниев К. С., Горбунов А. Т., Зотов Г.А.* Механика насыщенных пористых сред. - М.: Недра, 1970.-312 с.

15. *Новиков А. А.* О применимости метода связанных волн к анализу нерезонансных взаимодействий // Изв. вузов. Радиофизика, 1976. Т.19,№2. С.321-323.

16. *Пелиновский Е. Н., Фридман В. Е., Энгельбрехт Ю. К.* Нелинейные эволюционные уравнения. Таллин: Изд-во «Валгус», 1984.

17. *Подстригач Я. С.* Диффузионная теория неупругих металлов // Журн. прикл. механики и техн. физики. - 1965. - №2. - С. 67-72.

18. *Рабинович М.И., Трубецков Д.И.* Введение в теорию колебаний и волн. - М.Наука,1984.-432 с.

19. *Рахматулин Х. А.* Основы газодинамики взаимопроницаемых движений сжимаемых сред // Прикл. математика и механика. - 1956. - 20, №2. - С. 184-195.

20. *Рахматулин Х. А., Саатов Я. У., Филиппов И. Г., Артыков Т. У.* Волны в двухкомпонентных средах. - Ташкент: Фан, 1974. - 266 с.

21. *Рущицкий Я. Я.* Об одном случае распространения волн в смеси упругих материалов. // Прикл. механика. - 1978. - 14, №1. - С. 25-33.

22. *Рущицкий Я. Я.* Определение физических постоянных теории смеси упругих материалов при помощи экспериментально полученных дисперсионных кривых. // Прикл. механика. - 1979. - 15, №6. - С. 26-32.

23. *Рущицкий Я. Я.* Элементы теории смесей. Киев: Наук. думка, 1991.

24. *Рущицкий Я. Я.* Взаимодействие упругих волн в двухфазном материале // Прикл. механика, 1992. Т. 28, №5. С. 13-21.

25. *Рущицкий Я. Я.* Взаимодействие волн сжатия и сдвига в композитном материале с нелинейно-упругими компонентами в микроструктуре // Прикл. механика, 1993. Т. 29, №4. С. 23-30.

26. *Саатов Я. У.* Плоские задачи механики упругопористых сред. - Ташкент: Фан, 1975. - 251 с.

27. *Столл Р. Д.* Акустические волны в водонасыщенных осадках // Акустика морских осадков / Под ред. Л. Хэмптона. - М.: Мир, 1977. - 533 с.

28. *Уизем Дж.* Линейные и нелинейные волны. - М.: Мир, 1977. - 622 с.

29. *Филиппов И. Г.* Динамическая теория относительного течения многокомпонентных сред // Прикл. механика. - 1971. - 7, №10. - С. 92-99.

30. *Филиппов И. Г., Чебан В. Г.* Неустановившиеся движения сплошных сжимаемых сред // - Кишинев: Штиинца, 1973. - 436 с.

31. *Хорошун Л. П.* К теории взаимопроникающих упругих смесей // Прикл. механика. - 1977. - 13, №10. - С. 124-132.

32. *Хорошун Л. П.* Методы теории случайных функций в задачах о макроскопических свойствах микронеоднородных сред // Прикл. механика. - 1978. - 14, №2. - С. 3-17.

33. *Христенсен.* Затухание гармонических волн в слоистых средах // Тр. Амер. об-ва инж.-мех. Прикл. механика. - 1973. - 40, №1. - С. 164-169.

34. *Школьник И.Э., Красновский Б.М., Юровский В.А.* Повышение эффективности ультразвукового метода контроля прочности на основе измерения параметров нелинейности бетона. // Изв. вузов. Строительство и архитектура. 1985. №2. С.94-96.

35. *Шульга Н. А.* Прохождение акустической волны через регулярную систему тонких пластин // Докл. АН УССР. Сер. А. - 1975. - №10. - С. 912-914.

36. *Шульга Н. А.* Отражение упругих волн от ортотропного регулярно-слоистого полупространства // Прикл. механика. - 1975. - 15, №5. - С. 33-38.

37. *Шульга Н. А.* Основы механики слоистых сред периодической структуры. - Киев: Наук. думка, 1981. - 200 с.

38. *Шульга Н. А., Савин В. Г.* Фазовые и групповые скорости поверхностной волны Лява в слоистой среде // Акуст. журн. - 1975. - 21, №2. - С. 260-263.

39. *Barker L. M., Lundergan C. D., Chen P. J., Gurtin M. E.* Nonlinear viscoelasticity and the evolution of stress waves in laminated composites: a comparison of theory and experiment // Trans. ASME: J. Appl. Mech. - 1974. - 41, N 4. - P. 1025-1030.

40. *Bedford A., Stern M.* On wave propagation in fiber - reinforsed materials // Trans. ASME: J. Appl. Mech. - 1970. - 37, N 4. - P. 1190-1192.

41. *Bedford A., Stern M.* Toward a diffusing continuum theory of composite materials // Ibid. - 1971. - 38, N 1. - P. 8-14.

42. *Bedford A., Stern M.* A multi-continuum theory for composite elastic materials // Acta mech. - 1972. - 14, N 1. - P. 85-102.

43. *Bedford A., Drumheller D. S.* On a generalised effective stiffnes theory // Trans. ASME: J. Appl. Mech. - 1974. - 41, N 1. - P. 305-307.

44. *Bedford A., Drumheller G. S., Sutherland H. J.* On modeling the dynamics of composite materials // In Mechanics Today / Ed. S. Nemat-Nasser. - 1976. - 3. - P. 1-54.

45. *Biot M. A.* General theory of three-dimentional consolidation // J. Appl. Phys. - 1941. - 12, N 1.- P. 155-164.

46. *Biot M. A.* Consolidation settlement under a rechtangular load distribusion // Ibid. - N 3. - P. 426-430.

47. *Biot M. A.* Theory of elasticity and consolidation for a porous anisotropic solid // Ibid. - 1955. - 26, N 1. - P. 182-185.

48. *Biot M. A.* General solution of the equations of elasticity and consolidation for a porous materials // Trans. ASME: J. Appl. Mech. - 1956. - 23, N 1. - P. 91-96.

49. *Biot M. A.* Mechanics of deformation and acoustical propagation in porous media // J. Appl. Phys. - 1962. - 33, N 10.- P. 1482-1498.

50. *Biot M. A.* Theory of propagation of elastic waves in a fluid - saturated solid // J. Acoust. Soc. Amer. - 1956/ - 28, N 2.- P. 168-191.

О РАСПРОСТРАНЕНИИ КРУТИЛЬНЫХ ВОЛН В ДЕФОРМИРУЕМЫХ СТЕРЖНЯХ

Ахмедов Ш.Р., Турсунов И.Н., Хакимов Ш.Х.,
БФ ТИИИМСХ, Бухара, Узбекистан

Из теории волн известно, что в одномерных системах все многообразие волновых процессов определяется соотношением нелинейности, дисперсией и диссипацией. В случае, когда нелинейные и дисперсионные факторы уравновешивают друг друга, а диссипация мала, в системе могут формироваться уединенные нелинейные стационарные волны (солитоны), распространяющиеся с постоянной скоростью без изменения своей формы. Согласно определению, данному в [1], "Солитон - структурно устойчивая уединенная волна в нелинейной диспергирующей среде. Солитоны ведут себя подобно частицам: при взаимодействии между собой и некоторыми другими возмущениями солитоны не разрушаются, а расходятся вновь, сохраняя свою структуру “неизменной".

Особенностью крутильных волн является отсутствие дисперсии у нулевой моды - фазовая и групповая скорости для нее равны $c_\tau = \sqrt{\dfrac{\mu}{\rho_0}}$. Вероятно, это обстоятельство обусловило меньший интерес к нелинейным крутильным волнам. Можно назвать лишь несколько работ в этом направлении, предшествовавших исследованиям в данной работе. Процессы описываются линейным волновым уравнением с нелинейным граничным условием, возникающим из-за того, что диск, закрепленный на одном из концов стержня, находится в непрерывном контакте с внешней поверхностью и взаимодействует с ней посредством сил трения.

Нелинейные стационарные крутильные волны в стержне (модель Кулона).

Чтобы упростить уравнение, введём безразмерные переменные

$$\tilde{\theta} = \frac{\theta}{\theta_0},\ \tilde{x} = \frac{x}{\Lambda},\ \tilde{t} = \frac{tc_\tau}{\Lambda},$$

где Λ - характерная длина волны, θ_0 - характерный угол закручивания поперечного сечения, то в длинноволновом диапазоне можно записать следующее уравнение:

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial t^2} - \frac{\partial^2\theta}{\partial x^2} + \theta^3 = 0\ . \qquad (1)$$

В уравнении (1) знак "тильда" опущен и принято, что $\dfrac{2c_1^2 F\Lambda^2}{c_\tau^2 I_0}\theta_0^2 = 1$.

Будем искать решения уравнения (1) в виде бегущей стационарной волны $\theta(x,t) = \theta(\xi)$, где $\xi = x - vt$, v - неизвестная скорость стационарной волны. Уравнение (1) имеет первый интеграл:

$\left(\dfrac{d\theta}{d\xi}\right)^2 = E - f(\xi)$, где E - константа интегрирования, имеющая смысл начальной энергии, $f(0) = \dfrac{1}{2(v^2-1)}\theta^4$ имеет смысл потенциальной энергии.

В случае $v > 1$ (скорость волны больше скорости линейной волны) на фазовой плоскости точка с координатами (0,0) является устойчивым состоянием равновесия типа «центр».

В случае $0 < v < 1$ ограниченных решений не будет, т.е. волны нет.

При $v > 1$ уравнение (1) имеет аналитическое решение, выражающееся через эллиптический косинус Якоби:

$$\theta(\xi) = Acn(k\xi, s), \qquad (2)$$

где $k = \frac{2\sqrt{E}}{A}$ - нелинейный аналог волнового числа, $A = \sqrt[4]{4E(v^2 - 1)}$ - амплитуда волны, s - модуль эллиптической функции, характеризующий степень нелинейных искажений волны, т.е. степень её отличия от обычной гармонической волны.

Обычно для эллиптических функций $0 \le s \le 1$, но в данном случае этот модуль является строго фиксированным и равным $s = \frac{1}{\sqrt{2}}$, что не позволяет нелинейной периодической волне вырождаться либо в линейную волну, либо в солитон. Соотношение (2) описывает нелинейную крутильную волну, отличающуюся от гармонической волны по величине периода (см. рис. 1), где в качестве третьей кривой приведена форма эллиптического косинуса при S^2=0.99. Если такое значение модуля было возможно в рассматриваемом случае, то нелинейная волна отличалась бы от гармонической не только по периоду, но и по форме.

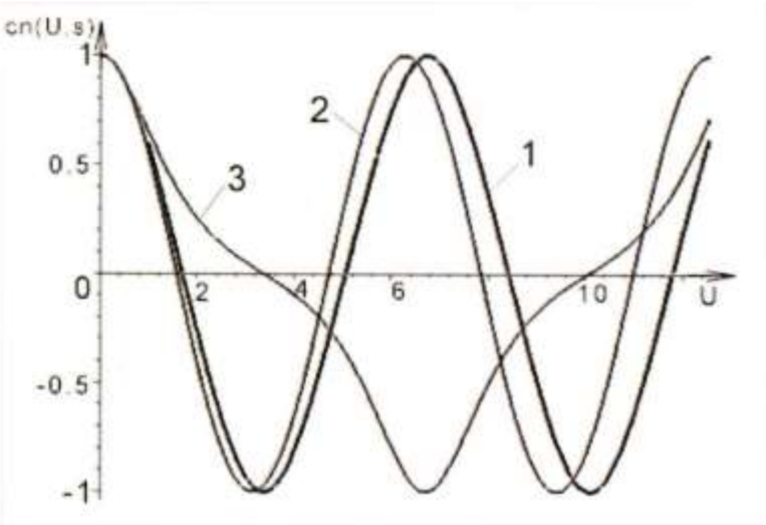


Рис. 1 Графики функции *cn(u,s)* при различных значениях S^2 :
1) S^2 = 0; 2) S^2 = 0.5; 3) S^2 = 0.99.

Литература

1. Абловиц, М. Солитоны и метод обратной задачи / М. Абловиц, Х. Сигур. -М.: Мир, 1987.

СОБСТВЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ВЯЗКОУПРУГИХ ТЕЛ В ДЕФОРМИРУЕМОЙ СРЕДЕ

[1]Алмуратов Ш.Н., [2]Баротова Н.С., [2]Ашурова У.Д.
[1]ТХТИ, [2]БухИТИ,

В последние годы внимание геофизиков всё больше привлекают неоднородности недр Земли. Этот интерес объясняется тем, что изучение неоднородностей проливает свет на геодинамические процессы, происходящие в коре и верхней мантии, проясняет некоторые проблемы геологической эволюции Земли. Таким образом, задачи, связанные с идентификацией неоднородностей, с определением их размеров и физических характеристик представляются весьма важными и актуальными. Хотя для этих целей геофизиками используются такие разные подходы как гравиразведка, электромагнитные методы, изучение электропроводимости и т.п. Сейсмический метод является, возможно, самым прямым и при интерпретации даёт наименее сомнительные результаты. Всесторонний анализ проблем сейсмической макродефектоскопии необходим для решения столь важных в практическом отношении задач, как исследование земного ядра [1], поиск магматических очагов вулканов [2], рудных тел [3] и т.д. В последнее время интенсивно проводятся экспериментальные работы по распространению ультразвуковых волн в статических моделях упругих сред, содержащих инородные включения и трещиноватые зоны [4]. Кроме того, изучение неоднородностей представляет большой интерес для исследования важного тектонофизического явления-поведения очага готовящегося землетрясения. Сейчас среди сейсмологов широко принято представление о зоне подготовки сейсмических толчков, как области с изменяющимися в результате тектонических движений упругоплотноетными характеристиками. С механической точки зрения это соответствует неоднородности с незначительно изменёнными относительно внешней упругой среды скоростями продольной и поперечной волн, а также, возможно, плотностью. Существенный вклад теория рассеяния вносит в исследование кода-волн, т.к. по современным представлениям "хвостовая" часть сейсмограммы формируется в основном за счёт рассеяния сейсмических волн на неоднородностях среды [3]. При этом значительный интерес представляет изучение сечений рассеяния, т.е. величин, характеризующих способность включения переизлучать, поглощать и пропускать энергию падающей на него волны. В различные формулы теории кода-волн входят величины, пропорциональные полному и дифференциальному сечениям рассеяния [2]. Любая неоднородность вместе с вмещающей её средой должна обладать, как всякая упругая механическая система, некоторым спектром собственных частот. Поскольку колебания включения и вмещающей среды взаимосвязаны, будет иметь место затухание колебаний вследствие излучения упругих волн и, следовательно, собственные частоты будут комплексны. Если неоднородность достаточно контрастна, то, как показывают численные расчёты, мнимая компонента собственной частоты будет мала. В этом случае естественно ожидать, что когда частота падающей волны будет близка к действительной компоненте собственной частоты, неоднородность начнёт излучать энергию в резонансном режиме. Поэтому для практических целей идентификации возможных резонансных пиков на спектральной кривой и установления их связи с соответствующими неоднородностями очень важно знать собственные частоты колебаний упругих включений в бесконечной упругой среде. Интерес к исследованию собственных частот системы упругое включение - среда обусловлен ещё и следующим обстоятельством. При просвечивании неоднородности сейсмическими волнами либо от слабых землетрясений, либо от импульсных искусственных источников типа пневмоизлучателей задачу рассеяния необходимо решать в нестационарной постановке. Как известно, в этом случае для расчёта волнового поля стационарное решение следует проинтегрировать по частоте вместе со спектром заданного падающего импульса. Получающийся при этом интеграл можно, вообще говоря, вычислять каким-либо прямым численным способом. В некоторых случаях, однако, предпочтение следует отдать методу интегрирования с помощью теории вычетов в виде разложения по полюсам подынтегральной функции, т.к. именно этот метод может выявить ряд полезных физических особенностей процесса дифракции. Заметим, что интересующие нас полюса совпадают с корнями уравнения собственных частот и, таким образом, для того, чтобы в дальнейшем иметь возможность заниматься задачами нестационарной дифракции упругих волн, необходимо тщательное изучение поведения корней частотных уравнений в зависимости от соотношения упругоплотностных параметров среды и включения. Исследование установившегося процесса дифракции имеет и самостоятельное значение. Это связано в основном с тем, что в последние годы интенсивно разрабатывается метод вибрационного просвечивания Земли, использующий регулярные искусственные источники сейсмических колебаний [2]. Учитывая, что частота зондирующего сигнала и время работы источника варьируются в достаточно широких пределах можно заключить, что этот метод является оптимальным для распознавания неоднородностей и определения их упру-гоплотностных характеристик. В сейсмическом поле, регистрируемом сейсмоприёмником, неоднородность будет оставлять "след" в виде некоторых искажений первоначальной сейсмической волны. Волны, рассеянные на включении, накладываются на первичную волну и вызывают флуктуации амплитуды и фазы результирующего поля. Естественно, что конкретные характеристики этого поля будут зависеть от очень многих факторов, среди которых в первую очередь следует отметить такие, как соотношение размеров препятствия и длины падающей волны, пространственной локализации источника, приёмника и неоднородности, формы препятствия, его контрастности, типа падающего излучения и т.д. Проблемы, возникающие при изучении дифракционных явлений в упругих телах, относятся к наиболее сложным в эластодинамике. Решение задач рассеяния, сравнительно легко доводимое до численного результата, можно получить только в очень немногих случаях. При этом существенное значение имеет величина параметра X , определяющего отношение характерного размера неоднородности R к длине падающей волны *к*. Когда X« I, то мы имеем дело с рассеянием Рэлея, если можно пользоваться лучевым приближением. В этих случаях, как правило, формулы выписываются в конечном виде, и численные результаты получаются сравнительно несложно. Следует отметить, однако, что хотя математические основы асимптотической теории дифракции разработаны достаточно полно, непосредственное её применение часто оказывается затруднительным из-за целого ряда тонкостей. В частности, лучевой теорией можно пользоваться лишь в пределах ограниченных расстояний, удовлетворяющих условию Y X г « R, где г - расстояние от приёмника до неоднородности. На больших расстояниях, не удовлетворяющих этому условию, необходимо привлекать дифракционную теорию. Как правило, в интересующих нас задачах характерный размер включения и длина зондирующей волны соотносятся таким образом, что величина параметра X колеблется от нескольких единиц до нескольких десятков. Следовательно, возникает промежуточная ситуация между двумя указанными выше предельными случаями и решение задачи дифракции приходится искать с помощью строгих методов. В нашей работе мы будем заниматься изучением сферического включения, моделируя тем самым неоднородность в недрах Земли, которая имеет приблизительно сферическую симметрию. Этот выбор обусловлен в первую очередь тем обстоятельством, что трёхмерная краевая задача о волновом поле в упругой среде с включением конечных размеров допускает получение точного решения только в случае сферы. Для тел иной формы приходится применять различные приближённые методы, которые вносят определённую погрешность и, следовательно, некоторые тонкие эффекты могут остаться незамеченными**.**

Литература

1. Базь А.И., Зельдович Я.Б., Переломов А.М. Рассеяние, реакции и распады в нерелятивистской квантовой механике. - М.: Наука, 1971. 544 с.

2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973. 720 с.

3. Ватсон Г.Н. Теория бесселевых функций. М.: Изд-во иностр. лит., 1949. 798 с.

ДИФРАКЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ВЯЗКОУПРУГИХ ВОЛН НА ОТВЕРСТИЯХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Кульмуратов Н.Р., Ишмаматов М.Р., Чориев М.
ТХТИ, НавГГТУ, Ташкент, Навои, Узбекистан

Современные подземные трубопроводы при сейсмических воздействиях работают в условиях не только статических, но и динамических нагрузок, которые сопровождаются большими повреждениями и даже отказом целой системы [1,2,3]. В случае достаточно протяженной полости и воздействия, направленного перпендикулярно ее продольной оси, окружающая полость среды и обделка находятся в условиях плоской деформации, а задача определения напряженного состояния массива и обделок сводится к плоской задаче динамической теории упругости (или вязкоупругости) [4,5]. В [6] решена задача о концентрации напряжений в безграничной линейно- упругой полости около круговой полости при распространении продольных гармонических волн. Решение дифракционной задачи для гармонической поперечной волны получено в [7]. В работе исследуется взаимодействие цилиндрических волн напряжения с цилиндром, состоящего, в общем случае, из конечного числа коаксиальных вязкоупругих слоев. Ввиду того, что длины сейсмических волн, как правило, превышают характерные размеры поперечных сеченый выработок (например диаметр D), особой интерес представляют решения дифракционных задач для длинноволновых воздействий, т.е. когда $\frac{D}{\lambda}<1$ (λ - длина волны). При больших длинах волн ($\frac{D}{\lambda}=0{,}04\div 0{,}16$) максимальные коэффициенты динамических концентраций оказались на 5 – 10% больше, чем при соответствующем двуосном статическом нагружении ($\lambda\to\infty$)[8]. При $\frac{D}{\lambda}>0{,}16$ динамические концентрации напряжений существенно ниже статических. В работе [8] приведено, что отличие динамические концентраций напряжений, в случае жесткого включения и полости, можно отнести к возможности распространения обобщённых волн типа Релея на вогнутой свободной цилиндрической поверхности полости. Значительный вклад в расчет гибких трубопроводов сделан в работах [9,10], исследовавших такие важные вопросы как учет безотпорной зоны и определение устойчивости подземных трубопроводов. Известно большое количество ряда авторов, имеющих приложения в других отраслях техники, которые с успехом могут быть применены к расчету подземных трубопроводов. Эти работы посвящены изучению распределения напряжений в пластинке, ослабленной подкрепленным отверстием, работающей в условиях плоской деформации. К наиболее значительным исследованиям в этой области можно отнести работу, решившую задачу растяжения пластинки, в которую вложено или впаяно кольцо.

Основные уравнения теории вязко упругости для этой задачи о плоской деформации сводятся к следующему уравнению

$$\left(\lambda_{oj}+2\mu_{oj}\right)\nabla^2\varphi_j-\lambda_{oj}\int\limits_{-\infty}^{t}R_\lambda^{(j)}(t-\tau)\nabla^2\varphi_j d\tau-2\mu_{oj}\int\limits_{-\infty}^{t}R_\mu^{(j)}(t-\tau)\nabla^2\varphi_j d\tau=\rho_j\frac{\partial^2\varphi_j}{\partial t^2}$$

$$\mu_{oj}\nabla^2\vec{\psi}_j-\mu_{oj}\int\limits_{-\infty}^{t}R_\mu^{(j)}(t-\tau)\nabla^2\vec{\psi}_j d\tau=\rho_j\frac{\partial^2\vec{\psi}_j}{\partial t^2} \qquad (1)$$

где $\nabla^2=\frac{\partial^2}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}+\frac{1}{r^2}+\frac{\partial^2}{\partial\theta^2}-$ дифференциальные операторы в цилиндрических координатах и ν_j – коэффициент Пуассона [1].

На бесконечности $r\to\infty$ потенциалы продольных и поперечных волн при $j=N$ удовлетворят условию излучения Зоммерфельда .

Решение уравнения (1) можно искать в виде:

$$\varphi_j(r,\theta,t)=\sum_{k=1}^{\infty}q_{kj}^{(\varphi)}(r,\theta)e^{-i\omega t};\quad \psi_j\ (r,\theta,t)=\sum_{k=1}^{\infty}q_{kj}^{(\psi)}(r,\theta)e^{-i\omega t}, \qquad (2)$$

где $q_{kj}^{(\varphi)}(r,\theta)$ и $q_{kj}^{(\psi)}(r,\theta)$ – комплексные функции, которые являются решение следующих уравнений

$$\nabla^2 \mathrm{q}_{\mathrm{kj}}^{(\varphi)}(r,\theta)+\alpha_j^2\mathrm{q}_{\mathrm{kj}}^{(\varphi)}=0,\quad \nabla^2\mathrm{q}_{\mathrm{kj}}^{(\psi)}(r,\theta)+\beta_j^2\mathrm{q}_{\mathrm{kj}}^{(\psi)}=0,\quad \nabla^2\mathrm{q}_{\mathrm{k0}}^{(\varphi)}(r,\theta)+\alpha_0^2\mathrm{q}_{\mathrm{k0}}^{(\varphi)}=0,\ j=1,2,.....N \qquad (3)$$

где $\alpha_j^2 = \dfrac{\rho\omega^2}{\lambda_{oj}\left(1-\bar{\lambda}_{oj}\right)+2\mu_{oj}\left(1-\bar{\mu}_{oj}\right)}, \quad \beta_j^2 = \dfrac{\rho\omega^2}{\mu_{oj}\left(1-\bar{\mu}_{oj}\right)}, \quad \alpha_0^2 = \dfrac{\omega^2}{C_0^{\ 2}}$

$$\bar{\lambda}_{oj} = a_{\lambda j}(\omega)+ib_{\lambda j}(\omega), \quad \bar{\mu}_{oj} = a_{\lambda\mu}(\omega)+ib_{\mu j}(\omega)\ ,$$

$$a_{\lambda j}(\omega)=\int_0^\infty R_{\lambda j}(\tau)\sin\omega\tau\, d\tau\ , \quad b_{\lambda j}(\omega)=\int_0^\infty R_{\mu j}(\tau)\cos\omega\tau\, d\tau\ .$$

Решение уравнения (1) с учетом (3) выражаются через функции Ханкеля 1-го и 2-го рода *n*-го порядка:

$$\varphi_j = \sum_{n=0}^\infty \left[A_{nj}H_n^{(1)}(\alpha_j r)+A'_{nj}H_n^{(2)}(\alpha_j r)\right]\cos n\theta e^{-i\omega t};$$

$$\psi_j = \sum_{n=0}^\infty \left[B_{nj}H_n^{(1)}(\beta_j r)+B'_{nj}H_n^{(2)}(\beta_j r)\right]\sin n\theta e^{-i\omega t};\ j=1,2,.....N\ \text{-}1$$

$$\varphi_N = \sum_{n=0}^\infty \left[C_{nN}H_n^{(1)}(\alpha_N r)+D_{nN}H_n^{(2)}(\alpha_N r)\right]\cos n\theta e^{-i\omega t}\ (4)$$

$$\psi_N = \sum_{n=0}^\infty \left[M_{nN}H_n^{(1)}(\beta_N r)+L_{nN}H_n^{(2)}(\beta_N r)\right]\sin n\theta e^{-i\omega t}$$

$$\varphi_0 = \sum_{n=0}^\infty \left[K_{n0}J_n(\alpha_0 r)+K'_{n0}N_n(\alpha_0 r)\right]\cos n\theta e^{-i\omega t} \qquad (4)$$

где $A_{nj}, A'_{nj}, B_{nj}, B'_{nj}, C_{nj}, D_{nj}, L_{nN}, M_{nN}$, K_{nN} и K'_{nN} – коэффициенты разложения, которые определяются соответствующими граничными условиями; $H_n^{(1)}(\alpha_j r)$ и $H_n^{(2)}(\alpha_j r)$ – соответственно функция Ханкеля 1-го и 2-го рода *n*-го порядка $H_n^{(1),(2)}(\alpha r)=J_n(\alpha r)\pm iN_n(\alpha r)$.

Решение (3) при $j=N$ удовлетворяет на бесконечности r→∞ условию излучения Зоммерфельда и представляется в виде:

$$\varphi_N = \sum^\infty C_{nN}H_n^{(1)}(\alpha_N r)\cos(m\theta)e^{-i\omega t};\psi_N = \sum^\infty M_{nN}H_n^{(1)}(\beta_N r)\sin(n\theta)e^{-i\omega t}.$$

Решение задачи (1) при $r\to 0$ удовлетворяет условие ограничения силовых факторов [1] и отсюда следует, что $K'_n = 0$,

$$\varphi_0 = \sum_{n=0}^\infty K_{n0}J_n(\alpha_0 r)\cos n\theta e^{-i\omega t}\ .$$

Полный потенциал можно определить путем наложения потенциалов падающих и отраженных волн. Таким образом, потенциалы смещений будут

$$\phi_N = \varphi_N^{(p)} + \varphi_N, \Psi_N = \psi_N, \phi_j = \varphi_j, \quad \Psi_j = \psi_j, \quad \phi_0 = \varphi_0. \qquad (5)$$

Для определения напряженного – деформируемого состояния сначало необходимо выразить падающую волну через волновые функции (5). Используя геометрическое построение на рис.1 и переходя от координат $\bar{r},\bar{\theta}$ к координатам r,θ в области $r\le r_N$

$$\varphi_N^{(p)} = \varphi_0 i\pi\sum_{n=1}^\infty[(-1)^n E_n J_n(\alpha_N r)H_n^{(1)}(\alpha_N z)]\cos n\theta\, e^{-i\omega t},$$

где $E_n = \begin{cases}1, & n=0\\ 2, & n\ge 1\end{cases}$, J_n -цилиндрическая функция Бесселя первого рода.

Построение формального решения не встречает принципиальных затруднений, но исследование такого решения требует огромного количества вычислений. Задачи сводятся к решению неоднородных алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами.

$$[C]\{q\}=\{p\} \qquad (6)$$

где $\{q\}$-вектор столбец, содержащий произвольные постоянные; {F}-вектор столбец внешних нагрузок; [С]-квадратная матрица, элементы которой выражаются через функции Бесселя и Ханкеля. Уравнение (6) решается методом Гаусса с выделением главного элемента

Граница (r=R) свободна от напряжений, т.е. жидкость отсутствует. В этом случае окружное напряжение на поверхности полости сводится к следующему :

$$\sigma_{\theta\theta N}(R,\theta,t)=\frac{-4}{\pi}\beta_N{}^2\mu_N\varphi_0\left(1-\frac{1}{k^2}\right)*\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n\in_n H^{(1)}{}_n(\alpha_N Z)\overline{T}_{nN}\cos n\theta\, e^{-i\omega t}, \qquad (7)$$

где

$$\overline{T}_{nN}=T_{nN}(R_N)=\left[\alpha_N R_N H_{n-1}(\alpha_N R_N)-H_{n-1}(\alpha_N R_N)+Q_{nN}(\beta_N R_N)\right]^{-1}$$

$$Q_{nN}(\beta_N R_N)=\frac{(n^3-n+\frac{1}{2}\beta^2{}_N R_N^2)\beta_N R_N H_{n-1}(\beta_N R_N)-(n^2+n-\frac{1}{4}\beta_N{}^2\ R_N^2)\beta_N{}^2 R_N{}^2 H^{(1)}{}_n(\beta_N R_N)}{(n^2-1)\beta_N R_N H^{(1)}{}_{n-1}(\beta_N R_N)-(n^2-n+\frac{1}{2}\beta_N{}^2 R_N^2)H_n^{(1)}(\beta_N R_N)}$$

$$k_N{}^2=C_{pN}^2/C_{SN}^2.$$

Теперь рассмотрим некоторые предельные случаи.

При $r\to 0$:

$$H_0^{(1),(2)}(z)\Big|_{r\to 0}=\pm\frac{2i}{\pi}\ln z-i\left(\frac{z}{2}\right)^2\left(1-\frac{2}{\pi}\ln z\right)+0\left(z^4\ln z\right),$$

$$H_m^{(1),(2)}(z)\Big|_{r\to 0}=\mp\frac{i}{\pi}\left(\frac{z}{2}\right)^2\left\{(n-1)!+n!\,z^2+0\left(z^4\right)\right\},$$

и $r\to\infty: H_m^{(1),(2)}(z)=\left(\dfrac{2}{\pi z}\right)^{1/2}e^{\pm i(kz-\pi/4)}$, использованы асимптотические формулы Ханкеля 1-го и 2-го рода [4]. Если в выражении (7) Z стремится к бесконечности, то можно воспользоваться асимптотическими разложениями функции Ханкеля для больших значений аргумента [10] (α - конечное)

$$\lim_{Z\to\infty}\sigma^*{}_{\theta\theta}\Bigg|_{r=R_N}\approx\frac{4}{4}\left[1-\frac{1}{k_N^2}\right]\sum_{n=0}^{\infty}i^{n+1}E_nT_{nN}\cos n\theta\, e^{-i\omega t}. \qquad (8)$$

Это выражение полностью совпадает с выражениями, полученными в [10] для плоской падающей волны. Если волновое число стремится к нулю, тогда предельный процесс описывает статическое решение для длинных волн. Этот предельный процесс позволяет нам использовать аппроксимирующие выражения для функций Ханкеля при малых значениях аргумента (Z – конечна)

$$\lim_{\alpha\to 0}\sigma_{\theta\theta}\Bigg|_{r=R_1}\approx 4\left[1+(\frac{R_N}{Z})^2+\frac{4}{Z}\cos\theta\right]*\sum_{m=2}^{\infty}(-1)^{m-2}(-\frac{R_N}{Z})^{m-2}(m-1)\cos m\theta. \qquad (9)$$

Для данных падающих волн напряжения и смещения определяются рядами, описываемыми выражениями (5)-(9) в случае жесткого контакта. Вычисления были выполнены на компьютерном программном комплексе «Matlab», ряды вычислены с точностью до 10^{-8}. Все выражения для напряжений и смещений имеют вид:

$$(R+i\,\mathrm{Im})e^{-iwt}=\left(R^2+\mathrm{Im}^2\right)^{1/2}e^{-i(wt-\gamma)}. \qquad (10)$$

Как видно решение поставленной задачи выражается через специальные функции Бесселя и Ханкеля 1-го и 2-го рода. С увеличением их аргумента ряды (8)–(10) сходятся .

Литература

1.Гузь А.Н.,Кубенко В.Д., Черевко М.А. Дифракция упругих волн. Киев.: Наукова думка, 1978. 307 с.

2.Сафаров И.И. , Умаров А.О.Воздействие продольных и поперечных волн на цилиндрические слои с жидкостью// Вестник пермского университета . Математика. Механика. Информатика2014 Вып.3(26). с. 69-75

3. Сафаров И.И., Ахмедов М.Ш., Умаров А.О.Динамические напряжения и смешения вблизи цилиндрической подкрепленной полости от плоской гармонической волны // Ежемесячный научный журнал «Prospero»(Новосибирск) 2014,№3 с..57-61

4.Собиров М.И. Задачи взаимодействия упругих волн с цилиндрическими сооружениями, находящимися в деформируемой среде.// Автореф. дис…. канд. техн. наук. – Т. 1993. -19с.

5.Стрельчук Н.А., Славин О.К., Шапошников В.Н. Исследование динамического напряженного состояния тоннельных обделок при воздействии взрывных волн. / Известия вузов.: Строительство и архитектура., № 9, 1971. с.129-136.

6.Рашидов Т.Р., Хожиматов Г.Х., Мардонов Б.М. Колебания сооружений взаимодействующих с грунтом. - Ташкент: Фан. 1975. -174с.

7.Рашидов Т.Р., Сагдиев Х. и др. О двух основных методах изучения сейсмонапряженного состояния подземных сооружений при действии сейсмических волн. - Ташкент: ДАН. № 6, 1989. с.13-17.

8.Мубораков Я.Н. Сейсмодинамика подземных сооружений типа оболочек. - Ташкент: Фан. 1987. -192с.

9.Рашидов Т.Р. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений. - Ташкент: Фан. 1973. - 182с.

10.Рашидов Т.Р., Дорман И.Я., Ишанходжаев А.А. Сейсмостойкость тоннельных конструкций метрополитенов – М.: Транспорт. 1975. -120с.

КОЛЕБАНИЯ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ПЛАСТИН, С ПРИСОЕДИНЁННЫМИ МАССАМИ

[1,2,3] Тешаев М.Х. [3]Жалолов Ф.Б., [2]Райимов Д.Г.

[1]Бух.Отд. Инс.Матем. им В.И.Романовского, [2]Бух ИТИ, [3]БО ТИИИМСХ, Бухара

Рассмотрим однородную упругую изотропную пластину постоянной толщины h, ограниченную прямоугольным контуром с размерами a, b. Пусть на пластине находится Q точечно присоединенных масс M_q $(q = 1, \dots, Q)$ и она упруго и, соответственно, жестко оперта в $L^{/}$ и, соответственно, S внутренних точках. Шарнирное опирание в точке может сочетаться с защемлением по любому направлению. Расположение опор и точечных масс в плоскости пластины произвольное. Граничные условия на каждой стороне пластины может быть одним из следующих: шарнирное опирание, защемление или свободный край. В дальнейшем изложении эти обозначения будут сохранены. Требуется определить собственные частоты и формы поперечных колебаний пластины. При определении частот колебаний будем считать пластину тонкой (толщина мала по сравнению с остальными размерами). Пусть пластина совершает колебания по гармоническому закону, т.е. $W(x, y, t) = W_0(x, y) sin\omega t,$ где ω- собственная частота, а $W_0(x, y)$ - собственная форма колебаний. Предполагая справедливость гипотез Кирхгофа – Лява , потенциальная энергия, накапливаемая платиной при упругой деформации и учитывая потенциальную энергию упругих опор, получим

$$G^* = \frac{D}{2}\int_0^a\int_0^b\left[\left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 W}{\partial y^2}\right)^2 -\right.$$

$$\left.-2(1-v)\left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}\frac{\partial^2 W}{\partial y^2}-\left(\frac{\partial^2 W}{\partial x\partial y}\right)\right)^2\right]dxdy+\frac{1}{2}\sum_{l/=1}^{L/}c_1^{/}\,W^2\left(x^{l/},y^{l/}\right); \qquad (1)$$

здесь $D = Eh^3[12(1-v^2)]^{-1}$ - цилиндрическая жесткость пластины, а $C^{l/}x^{l/},y^{l/}$– жесткость и координаты упругой опоры. Двойные интегралы в (1) берутся по поверхности нейтрального слоя, где E – модуль Юнга, v - коэффициент Пуассона. Нормальная компонента G_z при поперечном изгибе мала по сравнению с G_x и G_y, поэтому полагаем $G_z = 0$. Кинетическая энергия всей платины с учетом присоединенных масс задается равенством

$$T = \frac{\rho h}{2}\int_0^a\int_0^b\left(\frac{\partial W}{\partial t}\right)^2 dxdy+\frac{1}{2}\sum_{q=1}^{Q}M_q\left(\frac{\partial W(x^q,y^q,t)}{\partial t}\right)^2,$$

где ρ – плотность материала пластины, x^q, y^q – координаты q-й присоединенной массы.

Рассмотрим функционал Остроградского –Гамильтона

$$L=\int_{t_H}^{t_b}(T-G^*)\,dt$$

на совокупности главных колебаний одного и того же периода $\frac{2\pi}{\omega}$. Проинтегрировав последнее соотношение, получим вариационное уравнение $\delta(T_{max}-G_{max}^*)=0$, которому должны удовлетворять собственные формы $W_0(x,y)$ главных колебаний пластины. Они также должны удовлетворять условию шарнирного закрепления жестких опор пластины в S точках:

$$W_0(x^s,y^s)=0 \quad (s=1,\dots,S)\ , \qquad (2)$$

где x^s, y^s – координаты S-й внутренней опоры. Если, кроме того, некоторые жесткие опоры защемлены в направлениях α_s относительно оси $0x$, то к (2) добавятся условия

$$\frac{\partial W_0(x^s,y^s)}{\partial \alpha_s}=0 \quad \left(s=1,2,\dots,s_\alpha;\ 0\le\alpha_s\le\frac{\pi}{2}\right), \qquad (3)$$

причем, число защемлений S_α не обязательно равно числу опор S. Таким образом, данная модель включает различные сочетания опор и защемлений.

Соотношения (2)-(3) представляют собой задачу на условный экстремум. Учитывая связи (2) и (3), с помощью множителей Лагранжа получим окончательное вариационное уравнение

$$\delta\left[\sum_{s=1}^{S}\lambda_s W_0(x^s,y^s)+\sum_{s=1}^{S_\alpha}\lambda_s^\alpha\frac{\partial W_0(x^s,y^s)}{\partial\alpha_s}+G_{max}^*-T_{max}\right]=0, \qquad (4)$$

где $\lambda_s,\lambda_s^\alpha$– множители Лагранжа, δ - вариация по перемещениям. Соотношение (4) представляет собой в некотором смысле аналог уравнений Раусса. Требуется найти спектр собственных частот ω_1,ω_2 и форм колебаний W_0^1,W_0^2, которые нетривиальным образом удовлетворяли бы уравнению (4) и краевым условиям на контуре пластины.

Методы решения. Решение уравнения (4) ищется в классе ортогональных базисных функций. При выборе базисных функций можно ограничиться выполнением лишь геометрических граничных условий. Выполнение условий защемления или опирания во внутренних точках для каждой из базисных функций не требуется [2]. Минимизирующую форму, удовлетворяющую вариационному уравнению (11) и заданным краевым условиям, будем искать в виде конечной суммы по известным базисным формам $A_k(x,y)$:

$$W_0(x,y)=\sum_{k=1}^{K}\gamma_k A_k(x,y)\ , \qquad (5)$$

где – γ_{nj}^k искомые коэффициенты. Будем считать, что формы A_k ортонормированны,

т.е. $\int_0^a\int_0^b A_k^2(x,y)dxdy=1$.

Подставляя (5) в (4) получим систему уравнений представляющий собой обобщенную задачу на отыскание собственных значений ω^2 и собственных векторов $\bar{\xi}$. Для того, чтобы эта система имела нетривиальное решение, необходимо, чтобы ее определитель равнялся нулю: $|A - \omega^2 B| = 0$.

Результаты сравнения приведенной частоты ϖ, вычисленной по описанной методике, с асимптотической ($\varpi_a = 5.33$) приведены в табл.1 (через K обозначено число удерживаемых членов ряда (5), а через δ– относительная погрешность в процентах).

Фактически приближения ϖ_a можно было получить при меньших значениях K путем исключения из ряда (5) тех форм, узловые линии которых проходят через координаты внутренней опоры. Предлагаемым же методом спектр частот определяется полностью. Если взять «укороченный» ряд (5), то результаты сравнения с частотами из [3] идентичны до четвертого знака.

Табл.1. Сравнения приведенной частоты ϖ, вычисленной по описанной методике, с асимптотической ($\varpi_a = 5.33$)

K	4	9	16	25
ϖ_a	5,33			
ϖ_K	6,05	5,82	5,65	5,5
δ_1 %	13,5	9,2	6,1	3,2

Выводы:

- предлагаемый алгоритм расчета собственных частот и форм прямоугольных пластин с точечными связями и сосредоточенными массами обладает хорошей сходимостью;

- скорость сходимости зависит от числа внутренних опор и присоединенных масс, а также от вида граничных условий на контуре; последняя зависимость более существенна в случае наличия связей.

Литература

1. Ананьев И.В., Тимофеев И.Т. Колебания упругих систем в авиационных конструкциях и их демпфирование. М.: Машиностроение, 1995. 527 с.

2. Туровский Л.М., Мудрый Г.П., Фабриков Н.И. Расчет колебаний балки, пластин с точечным опиранием методом динамической функции Грина// Тр. Ленинградского ин-та авиационного приборостроения. Ленинград, 1976. Вып.97. С.171-178

AKSIOMATIK METOD ASOSIDA KO'PBURCHAK YUZASINI ANIQLASH USULLARI.

K. R. Yusupov- JDPI (magistr), Jizzax, O'zbekiston.

A. A. Abdurasulov- JDPI (magistr), Jizzax, O'zbekiston.

Annotatsiya: Maqolada A. D. Aleksandrov tomonidan kiritilgan aksiomatik metod asosida ko'pburchaklar yuzalari aniqlangan.

Kalit so'zlar: To'plam, akslantirish, aksioma, yuza funktsiyasi, chiziqli funktsiya.

$M-$ Yevklid tekisligidagi barcha ko'pburchaklar toplami bo'lsin.

1- ta'rif. Agar $f: M \to R$ akslantirish M toplamdan olingan har bir ko'pburchakka yagona musbat haqiqiy $f(M)$ sonni mos keltirsa, M toplamda ko'pburchak yuzasini kiritish usuli aniqlangan deyiladi.

Bu erda $f(M)$ son ko'pburchak yuzasini ifoda qiladi. Avvalo yuza aksiomalarini keltiraylik.

1. Teng ko'pburchaklar teng yuzalarga ega bo'ladi. Ko'pburchaklarning tengligi harakat yordamida aniqlanadi.

2. Agar F ko'pburchak umumiy ichki nuqtalarga ega bo'lmagan F_1 va F_2 ko'pburchaklardan tuzilgan bo'lsa u holda F ko'pburchak yuzasi F_1 va F_2 ko'pburchaklar yuzalari yig'indisi $f\left(F\right)=f\left(F_1\right)+f\left(F_2\right)$ ga teng.

3. Tomonlari uzunliklari 1 ga teng bo'lgan F kvadrat yuzasi $f\left(F\right)=1$ ga teng.

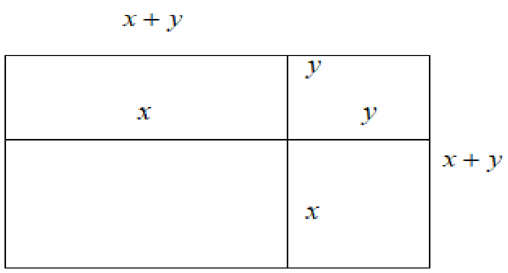
1 - teorema. $M-$ toplamda yuza aksiomalarini qanoatlantiradigan $f\left(F\right)$ funksiya mavjud bo'lsa, bu funksiya tomonlari x va y larga teng bo'lgan to'g'ri to'rtburchaklar uchun $f\left(F\right)=x\cdot y$ ko'rinishida bo'ladi.

Isbot: $P-$ to'g'ri to'rtburchak tomonlari x va y lardan iborat bo'lsa, uning yuzasi $f\left(F\right)=f\left(P\right)$ albatta x va y o'zgaruvchilarga bog'liq bo'lib, $f\left(x,y\right)$ aynan $x\cdot y$ ga teng ekanligini isbotlashimiz kerak. Bitta tomoni $y=y_0$ o'zgarmas va ikkinchi tomoni x o'zgaruvchi bo'lgan to'g'ri to'rtburchaklarni qaraylik. U holda $f\left(x,y\right)$ funksiya $f\left(x,y_0\right)=g\left(x\right)$ bir o'zgaruvchili bo'lib, $f\left(x\right)>0$ va $f\left(x_1+x_2\right)=f\left(x_1\right)+f\left(x_2\right)$ monaton o'suvchi bo'lish shartlarini qanoatlantiradi. Matematik analiz kursidan ma'lumki, agar $y=f\left(x\right)$ funksiya uchun $f\left(x\right)>0$, $f\left(x_1+x_2\right)=f\left(x_1\right)+f\left(x_2\right)$ bo'lib, monaton o'suvchilik shartlarini bajarilsa, u chiziqli funksiya bo'ladi, ya'ni $f\left(x,y_0\right)=kx$ .Qarayotgan to'g'ri to'rtburchaklar uchun endi $x=x_0=const$ va y o'zgaruvchi bo'lsin. Ya'ni $f\left(x,y\right)=g_1\left(y\right)\cdot x$. Agar $x=1$ bo'lsa, $f\left(1,y\right)=g_1\left(y\right)$. U holda $f\left(x,y\right)=g_1\left(y\right)\cdot x=f\left(1,y\right)\cdot x$, $x=1$ ekanligidan $f\left(1,y\right)=f\left(y,1\right)=f\left(1,1\right)\cdot y$

Ya'ni $f\left(1,y\right)$ to'g'ri to'rtburchak yuzasi $f\left(1,1\right)$ kvadrat yuzasini y o'zgaruvchiga ko'paytirishdan hosil bo'ladi. Barcha topilganlarni umumiylashtirsak,

$$f\left(x,y\right)=f\left(1,1\right)\cdot x\cdot y=x\cdot y\,.$$

Ikkinchi usul:Tomoni uzunligi a ga teng bo'lgan P kvadrat yuzasi $f\left(P\right)=a^2$ ga teng ekanligidan $f\left(F\right)$ akslantirish tomonlari uzunliklari x va y sonlarga teng bo'lgan to'g'ri to'rtburchak uchun $f\left(F\right)=x\cdot y$ ko'rinishida bo'lishligini isbotlaymiz. Tomonlari uzunliklari x va y sonlarga teng bo'lgan to'g'ri to'rtburchak tomonlarini kvadratga to'ldiramiz.



U holda Aleksandrov aksiomalariga ko'ra $S_{kv}=\left(x+y\right)^2=x^2+y^2+2xy$. Ikkinchi tomondan chizmadan bu kvadrat yuzasi additivlik xossasiga ko'ra, ikkita kvadrat x^2 va y^2 va ikkita to'g'ri to'rtburchak yuzalari yig'indisiga teng. $S-$ bilan to'g'ri to'rtburchak yuzasini belgilaylik,

$$S_{kv}=x^2+y^2+2S$$

$$x^2+y^2+2xy=x^2+y^2+2S$$
$$S=xy.$$

Adabiyotlar.

[1]. Podayeva N.T.,Juk D.A. Leksii po osnovaniyam geometrii.Eles:EGU. 2005.
[2]. Cheshkova M. A. Osnovaniya geometrii. Izdatelstvo AGU. Barnaul. 1999.

Sho‘ba: 1. Mexanika, matematika va fizikaning fundamental muammolari

ELEKTROMAGNIT KUCHLAR TA’SIRIDA YUPQA MIKROELEMENTNING MAGNITOELASTIK DEFORMATSIYALANISHI MATEMATIK MODELI

Indiaminov Ravshan
Muhammad al-Xorazmiy namidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Samarqand filiali professori, e-mail: r_indiaminov@mail.ru
Shodmonov Javohir
Samarqand davlat universiteti Kattaqo'rg'on filiali Axborot texnologiyalari kafedrasi assistenti, e-mail: shodmonovjavohir04@gmail.com
Abdullaev Abdubakir
Muhammad al-Xorazmiy namidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti assistenti
Oqmuradov Akmal
Jizzax davlat pedagogika instituti magistranti

Elektronika kristal elementlari, mexanika, informatika va o’lchagich tizimlarining integrallashuvi, bu texnologiyalarning birlashishiga va mikrotizimli texnikaning yaratilishiga, hamda mikroelektromagnitomexanik tizimlarning paydo bo’lishiga olib keldi. Bog’liqli maydonlar mehanikasida tutash muhit harakatini elektromagnit effektlarni hisobga olgan holda o’rganish muhim o’rinni egallaydi. Zamonaviy yangi texnika va texnologiyalarning rivojlanishi bu effektlarni hisobga olish kerakligi zaruriyatini keltirib chiqardi.

Magnitoelastiklik hozirgi davrga kelib juda muhim amaliy samara bermoqda va zamonaviy texnikaning turli sohalariga tadbiq qilinmoqda. Jumladan: mikrotizimli texnikada, mikroelektro-magnitomexanik tizimlarda, real konstruktiv elementlarni hisoblashlarda, zamonaviy o’lchagich tizimlarini yaratishda, shuningdek, elektron avtomatik stansiyalarning elektron boshqaruv mashinalarida va mikroelektronika, radioelektronika, elektrotexnikaning har xil sohalarida uchraydigan elektromagnit maydoni ta’siri ostida ishlaydigan yupqa plastinka va qobiq shaklidagi konstruktiv elementlar tebranishi, mustahkamligi, kuchlanganlik holatlarini tadqiq qilishda.

EHMning qo’llanish sohalaridan biri tabiatdagi turli jarayonlarni va ob’yektlarni matematik modellashtirishdir. Jarayonlarni kompyuter yordamida modellashtirish va tadqiq etish usuli turli fan sohalarida keng qo’llanilib kelmoqda. Magnit maydonida elektr o’tkazuvchi jism deformasiyalanish jaryonini matematik modellashtirish va jismda paydo bo’ladigan elektromagnit effektlarni tadqiq qilish amaliy jixatdan muhim axamiyatga ega.

Obyekt va jarayonlarni kompyuter yordamida tadqiq etish quyidagicha zanjirni namoyish qiladi: Obyekt –model–hisoblash algoritmi–EHM uchun dastur–hisoblash natijalari–hisoblash natijalarining taxlili– obyektni boshqarish.

Magnit maydonida tok o’tkazuvchi jismning elektromagnit kuchlar ta’sirida magnitoelastik deformasiyalanish jarayoni matematik modelini quyidagicha yo`zamiz [1]:

$$rot\ \vec{E}=-\frac{\partial\vec{B}}{\partial t},\ \ rot\ \vec{H}=\vec{J}+\vec{J}_{cm}\ ,\ div\ \vec{B}=0\ ,\ div\ \vec{D}=0\ . \tag{1}$$

$$\rho\,\frac{\partial\vec{\upsilon}}{\partial t}=\rho\,(\vec{F}+F^{\wedge})+div\ \hat{\sigma}\ . \tag{2}$$

$$\vec{B} = \mu\ \vec{H}\ , \quad \vec{D} = \varepsilon\ \vec{E}\ . \tag{3}$$

$$\vec{J} = \sigma\ (\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B})\ . \tag{4}$$

$$\rho \vec{F}^{\wedge} = \sigma\ (\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B}) \times \vec{B}. \tag{5}$$

mos ravishda boshlang'ich va chegaraviy shartlar:

$$v_k (t_{ki} + \tau_{ki})\Big|_{S_1} = [P_i + v_k \tau_{ki}^{(c)}]\Big|_{S_1}\ . \tag{6}$$

$$\vec{u} = 0,\ \ \dot{\vec{u}} = 0,\ \ \vec{B} = 0,\ \ \vec{B}^{(c)} = 0,\ \ \vec{H} = 0,\ \ \vec{H}^{(c)} = 0\ . \tag{7}$$

Bu yerda $\vec{E}$ - elektr maydoni kuchlanganligi vektori; $\vec{H}$ - magnit maydoni kuchlanganligi vektori; $\vec{D}$ - elektr induksiyasi vektori; $\vec{B}$ - magnit induksiya-si vektori; $\vec{J}_{cm}$ – begona elektr toki zichligi; $\vec{F}$ – hajmiy kuch; $\vec{F}^{\wedge}$ – hajmiy Lorens kuchi; $\vec{J}$ – elektr toki zichligi; $\hat{\sigma}$ – ichki kuchlanish tenzori; σ, ε, μ – mos holda tok o'tkazuvchi jismning elektr o'tkazuvchanlik, dielektrik va magnit singdiruvchanliki; t_{ki} – kuchlanish tenzori; $\tau_{ki},\ \tau_{ki}^{(c)}$ – jism va vakumdagi Maksvell tenzorlari; P_i – sirt kuchlari tashkil etuvchilari; v_k – birlik normal vektor komponentalari; s_1 – kuchlanishlar berilgan jism chegarasi qismi; $\vec{u}$ - ko'chish vektori, (c) - indeks miqdorlarning tashqi muhitga tegishli ekanligini ko'rsatadi.

Shunday qilib, (1), (2) munosabatlar va (3)–(5), hamda (6), (7) bilan birgalikda tok o'tkazuvchi elastik jism magnitoelastiklikligi modelini tashkil etadi.

Toktshuvchi jism magnit maydonida harakatlanganda elekromagnit maydoni tomonidan shu jismga tasir qiluvchi hajmiy elektrodinamik kuch, yani Lorens kuchi paydo bo'ladi. Bu elekrodinamik kuchlarning yupqa toktashuvchi egiluvchan plastinka va qobiq shaklidagi mikroelementlarga tasiri juda sezilarlidir.

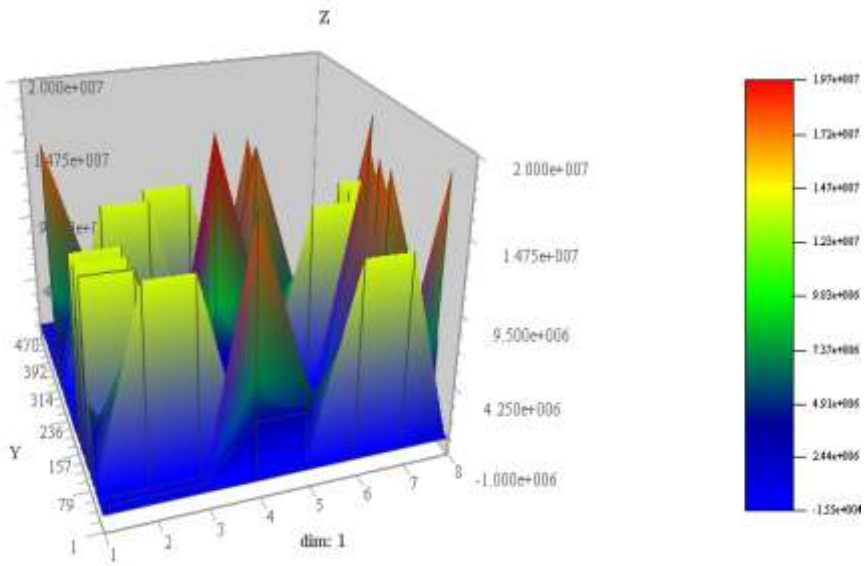
Magnit maydonida yupqa tok o'tkazuvchi qobiq shaklidagi mikroelementning elektrodinamik kuchlar ta'siridagi magnitoelastik deformasiyalanish jarayoni matematik modelini quyidagicha yo`zish mumkin:

$$
\begin{gathered}
\frac{\partial u}{\partial s} = \frac{1 - \nu_s \nu_\theta}{e_s h} N_S - \frac{\nu_\theta \cos\varphi}{r} u - \frac{\nu_\theta \sin\varphi}{r} w - \frac{1}{2}\theta_S^2\ ;\ \frac{\partial w}{\partial s} = -\theta_S\ ; \\
\frac{\partial \theta_S}{\partial s} = \frac{12(1 - \nu_s \nu_\theta)}{e_s h^3} M_S - \frac{\nu_\theta \cos\varphi}{r} \theta_S\ ; \\
\frac{\partial N_S}{\partial s} = \frac{\cos\varphi}{r}\left[\left(\nu_S \frac{e_\theta}{e_S} - 1\right) N_S + e_\theta h \left(\frac{\cos\varphi}{r} u + \frac{\sin\varphi}{r} w\right)\right] - \\
- P_S + h\, J_{\theta CT} B_\zeta - \sigma_1 h \left[E_\theta B_\zeta + 0.5 \frac{\partial w}{\partial t} B_\zeta \left(B_S^+ + B_S^-\right) - \frac{\partial u}{\partial t} B_\zeta^2\right] + \rho h \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\ ; \\
\frac{\partial Q_S}{\partial s} = -\frac{\cos\varphi}{r} Q_S + \nu_S \frac{e_\theta}{e_S} \frac{\sin\varphi}{r} N_S + e_\theta h\ \frac{\sin\varphi}{r}\left(\frac{\cos\varphi}{r} u + \frac{\sin\varphi}{r} w\right) - P_\zeta - \\
- 0.5 h\, J_{\theta CT}\left(B_S^+ + B_S^-\right) - \sigma_3 h \left[-0.5\ E_\theta \left(B_S^+ + B_S^-\right) - 0.25\ \frac{\partial w}{\partial t}\left(B_S^+ + B_S^-\right)^2 - \right. \\
\left. - \frac{1}{12}\frac{\partial w}{\partial t}\left(B_S^+ - B_S^-\right)^2 + 0.5 \frac{\partial u}{\partial t} B_\zeta \left(B_S^+ + B_S^-\right) + \frac{h}{12}\frac{\partial \theta_S}{\partial t} B_\zeta \left(B_S^+ + B_S^-\right)\right] + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}\ ; \\
\frac{\partial M_S}{\partial s} = \frac{\cos\varphi}{r}\left[\left(\nu_S \frac{e_\theta}{e_S} - 1\right) M_S + \frac{e_\theta h^3}{12} \frac{\cos\varphi}{r} \theta_S\right] + Q_S + N_S \theta_S - \\
- \frac{\sin\varphi}{r}\left(\nu_S \frac{e_\theta}{e_S} M_S + \frac{e_\theta h^3}{12} \frac{\cos\varphi}{r} \theta_S\right)\theta_S + \frac{h^3}{12}\frac{\partial^2 \theta_S}{\partial t^2}\ ;
\end{gathered} \tag{8}
$$

$$\frac{\partial B_\zeta}{\partial s} = -\sigma_2 \mu \left[E_\theta + 0.5 \frac{\partial w}{\partial t}\left(B_S^+ + B_S^-\right) - \frac{\partial u}{\partial t} B_\zeta \right] + \frac{B_S^+ - B_S^-}{h}; \;\; \frac{\partial E_\theta}{\partial s} = -\frac{\partial B_\zeta}{\partial t} - \frac{\cos\varphi}{r} E_\theta .$$

Nostasionar magnit va mexanik ta'sirlar ostida bo'lgan qobiqning kuchlanganlik – deformatsiyalanganlik holatini aniqlash masalasini fiksirlangan vaqt momentlari uchun yechamiz. Buning uchun tok tashuvchi qobiqning butun harakati jarayonini vaqt bo'yicha kichik bosqichlariga bo'lamiz va deformatsiyalanish tarixini kuzatamiz, ya'ni har bir vaqt qatlamida masalani ketma – ket yechgan holda. Vaqt bo'yicha o'zgaruvchilarni ajratish uchun turg'un bo'lgan chekli ayirmali Nyumark sxemasini qo'llaymiz. Qobiqlarning chiziqlimas chegaraviy masalalarni yechishda xar bir qadamda chiziqli chegaraviy masala yechiladigan interasion jarayonlarni qo'llash effektiv hisoblanadi. Chiziqlimas chegaraviy masalalarni yechishning bunday usullariga chiziqlilashtirish usuli ta'luqlidir. Oxirgi bosqichda chiziqli chegaraviy masalalarning har biri diskret ortogonallashtirish usuli bilan yechildi [1].

Elektrodinamik kuchlarning qobiq shaklidagi mikroelementning kuchlanganlik holatiga tasirini o`rganish maqsadida boroallyuminiydan yasalgan qobiqni magnit maydonida qaraymiz. Olingan natijalar elektrodinamik kuchlarning toktashuvchi qobiqning kuchlanganlik holatiga tasiri juda sezilarli ekanligini ko`rsatadi (1-rasm).



1-rasm. Elektrodinamik kuchlar ta`sirida yupqa mikroelementning deformatsiyalanishi

ADABIYOTLAR

1. Indiaminov, R., Narkulov, A., Butaev, R. Magnetoelastic strain of flexible shells in nonlinear statement // Journal AIP Conference Proceedings, 2021, 2365, 02 0002.

ЗНАЧЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Жайляшова Д.О., Алимбаев С.А., Ахунджанов К.А.
Ташкентский химико-технологический институт

В условиях постоянно расширяющегося ассортимента выпускаемой продукции основным фактором, определяющим целесообразность приобретения изделий потребителем, является качество.

В результате внедрения систем управления качеством предприятия увеличивают объем выпускаемой продукции, добиваются повышения производительности труда, обеспечивают существенное снижение расходов на качество и повышают свою конкурентоспособность.

В связи с этим методы и средства, обеспечивающие улучшение качества продукции, приобретают первостепенное значение и играют решающую роль в производственной деятельности.

К одному из таких методов относится организация работы предприятия по общепринятым нормам или стандартам, которые помогают организовать работу предприятия в направлении повышения качества продукции или услуги. В настоящее время одними из таких стандартов являются международные стандарты ISO 9000, в соответствии с которыми можно создавать систему качества на предприятии.

Универсальность семейства стандартов ISO заключается в том, что они не предлагают абсолютных критериев качества для каждого отдельного вида продукции и услуг. Это было бы и невозможно - ведь качество – есть способность продукции или услуг удовлетворять потребности людей, а потребности – бесконечно разнообразны. Стандарты семейства ISO 9000 задают лишь методологию функционирования системы качества, которая в свою очередь должна обеспечивать высокое качество продукции и услуг, производимых предприятием, иными словами – обеспечивать высокую степень удовлетворенности потребителей.

Сертифицированная система качества, прежде всего, необходима предприятиям, которые претендуют на иностранные инвестиции или стремятся привлечь зарубежных заказчиков. По оценкам экспертов, разница в закупочных ценах у поставщиков, имеющих таковую систему и не имеющих ее, может достигать 50 %.

В методологическом плане принципиально важным для всего семейства стандартов ISO серии 9000 является введенное положение о том, что вся работа, выполняемая организацией, рассматривается как совокупность взаимосвязанных процессов. Соответственно общее руководство качеством достигается через управление процессами, реализуемыми в организации и умением применять статистические методы.

В пунктах стандарта содержатся описание всех требований по качеству, которые компания должна обеспечить, чтобы подтвердить свою способность выполнять требования к качеству и чтобы быть сертифицированной в соответствии с одним из базовых стандартов ISO серии 9000. В каждом из этих пунктов показано, что требует стандарт по качеству, а задача компании состоит в том, как эти требования реализовать на практике.

Одной из главных областей применения стандартов ISO является подтверждение, что организация может продемонстрировать, что его система обеспечения качества организована так, чтобы предупредить случаи несоответствия на всех стадиях, начиная с проектирования и кончая сервисом.

Основные этапы статистического управления качеством:

- статистическое обследование,
- наладка процесса,
- статистическое управление.

Методы, показывающие соответствие СМК выбранной модели обеспечения качества, могут быть следующие:

- предоставление поставщиком декларации о соответствии;
- предоставление документированного доказательства;
- предоставление утверждений или регистрации потребителями;
- аудит потребителя (второго лица);
- аудит третьего лица (внешнего эксперта - аудитора);
- предоставление сертификатов компетентного третьего лица.

Любой из этих методов можно использовать:

- при контрактных ситуациях между первыми (поставщик/подрядчик) и вторыми (потребитель/покупатель) лицами;

- при утверждении или регистрации вторыми лицами.

Последние два метода применимы только при сертификации или регистрации третьими лицами.

Статистический контроль процесса, формы и содержания рабочих планов контроля представляет собой документы в виде формы статистического контроля процесса и различных отчетов в области качества. Эти формы и связанные с ними инструктивные документы являются основной формой контроля оперативных действий.

Поясним коротко варианты применения статистических методов в управлении качеством согласно требованиям ISO 9000, давая им краткие характеристики.

Согласно стандарту ISO 9000 должно быть четко определено, кто управляет, и кто проверяет систему управления качеством. Этот персонал должен иметь свободу и полномочия, а также уметь использовать статистические методы, что гарантирует выявление проблем качества и причин несоответствия. Этот персонал позже будет также проверять, насколько успешны новые решения. Он должен иметь право остановить процесс, если это необходимо. Очень важно определить ответственность и полномочия по управлению некачественной продукцией и сервисом, т.е. функции того, кто:

- хранит записи всех идентифицированных проблем качества;

- начинает деятельность по предупреждению случаев несоответствия;

- обеспечивает, чтобы применялись правильные (корректные) действия;

- отслеживает задержание некачественной продукции до тех пор, пока корректирующие действия не будут выполнены.

Кроме того, стандарт требует, чтобы организация обеспечила проверку (контроль, процесс отслеживания, инспекцию и т.п.) силами:

- подготовленного персонала;

- независимым персоналом (аудиторами), который непосредственно не отвечает за выполнение контролируемой работы,

то есть в организации должен быть введен внутренний аудит, проводимый собственными силами.

Многие успешные компании применяют статистические методы для получения конкурентных преимуществ, разрабатывают информационные сети и автоматизированные системы для ускорения процесса получения информации.

Следует отметить, что с развитием научных систем управления качеством, роль статистических методов непрерывно возрастает. Именно широкое применение в производстве продукции статистических методов позволит предприятиям Узбекистана войти в лидеры мировой экономики.

Таким образом, конкурентоспособность предприятий Узбекистана также во многом будет зависеть от масштаба обучения персонала методам статистического управления качеством и их систематического применения на практике.

Список используемой литературы.

1. www.iso.uz

2. «Статистические методы в управлении качеством продукции» : учебное пособие. В.В.Ефимов, Т.В. Барт.,Москва-2006 г, 145 с.

3. www.iso-management.com

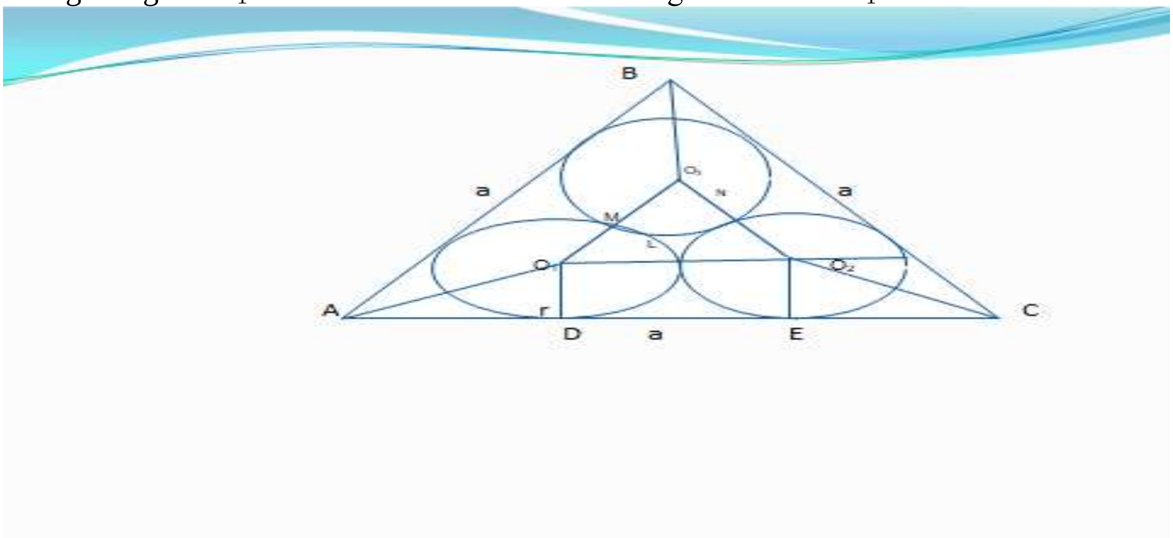
AYRIM OLIMPIADA MASALALARI YECHISH USULARI.

To'lanova D.I., Buxoro viloyat Kogon tuman XTB ga qarashli 21-IDUMning oliy toifali matematika fani o'qituvchisi

Ma'lumki maktab , akademik litsey va kasb hunar maktablari o'quvchilari o'rtasida o'tkaziladigan fan olimpiadalarida ba'zi masalalar o'quvchilarning ko'pchilik qismiga murakkablik tug'diradi . Bu kabi masalalar o'quvchilar bilimidagi bo'shliq hisoblanadi . Quyidagi maqolada ayrim olimpiada masalalarini yechish usullari taklif qilinadi.

Masala. Tomoni a ga teng bo'lgan teng tomonli uchburchak ichiga uchburchakning tomonlariga va bir-biriga urinuvchi uchta teng doira joylashtirilgan.O'zaro urinuvchi doiralar yoylaridan hosil bo'lgan egri chiziqli uchburchakning yuzini toping. **Yechish:**

ABC – muntazam uchburchak ,a-uchburchak tomoni $O_1O_2O_3$-bir-biriga urinuvchi uchta aylana markazlarini tutashtirishdan hosil bo'lgan uchburchak . S_{MNL} egri chiziqli uchburchak yuzini topishimiz kerak . $O_1O_2O_3$ uchburchak yuzidan uchta O_1ML , O_2LN , O_3NM sektorlarning yuzini ayirsak , LMN yuzi hosil bo'ladi. $O_1O_2O_3$ uchburchak tomoni $O_1L=LO_2$= r bo'lganligi sababli 2r ga teng . A O_1 60^0 li burchak bissektrisasi bo'lgani uchun < $O_1AD = 30^0$



$$tg\ 30^0 = \frac{r}{AD}$$

$$AD = tg\ 30^0 = \frac{r}{AD} = r\sqrt{3}$$

$$AD = EC = r\sqrt{3}\quad ,DE = \ O_1O_2 = 2\,r$$

$$a = AD + DE + EC = 2AD + DE = 2\,r\sqrt{3}\ + 2r = 2\,r\,(\,1 + \ \sqrt{3}\,)$$

$$2r = \ \frac{a}{\sqrt{3}+1} \ = \frac{a\,(\sqrt{3}-1)}{2}$$

$$r = \ \frac{a\,(\sqrt{3}-\ 1\,)}{4}$$

$$S_{O_1O_2O_3} = \frac{(\,2r\,)^2\ \sqrt{3}}{4} = r^2\sqrt{3} = \frac{a^2\sqrt{3}\ \ (\sqrt{3}-1\,)^{\,2}}{16}$$

Uchta umumiy sektorning yuzi :

$$3 * S_{sek}\ \ = 3 * \frac{\pi r^2 * 60^0}{360^0} = \frac{\pi\, r^2}{2}\ = \frac{\pi\ a^2(\sqrt{3}-1)^2}{2*16} = \frac{\pi\ a^2(\ 4-2\sqrt{3}\,)}{32}\ =$$

$$= \frac{\pi a^2(2-\sqrt{3})}{16}$$

$$S_{LMN} = \ S_{O_1O_2O_3} - 3 *\ S_{sek} = \frac{a^2\,\sqrt{3}\,(\,4-2\,\sqrt{3})}{16} - \frac{\pi a^2(2-\sqrt{3})}{16} =$$

$= \frac{a^2}{16}\left(\left(2-\sqrt{3}\right)*2\sqrt{3}-\pi\left(2-\sqrt{3}\right)\right) = \frac{a^2\,(2-\sqrt{3})(2\sqrt{3}-\pi)}{16}$

Javob: $\frac{a^2\,(2-\sqrt{3})(2\sqrt{3}-\pi)}{16}$

2 . $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglamani yeching.

$tg\frac{x}{2} \neq 0$ deb , $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglamaning ikkala qismini $tg\frac{x}{2}$ ga ko'paytiramiz .

$tg\frac{x}{2} * tgx + 3 = 0$

Ikkilangan burchak tangensi formulasidan foydalanamiz:

$\frac{2tg^2\frac{x}{2}}{1-tg^2\frac{x}{2}} + 3 = 0$

Bundan $tg\frac{x}{2} = \pm\sqrt{3}$; $x = \pm\frac{2\pi}{3} + 2\pi n$, $n \in Z$.

Endi $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglamaning aniqlanish sohasi qanday o'zgarganligini tekshiramiz . $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglamaning aniqlanish sohasi

$x \neq \frac{\pi}{2} + \pi n\,, n \in Z$

$x \neq 2\pi k\,, k \in Z$

$\frac{2tg^2\frac{x}{2}}{1-tg^2\frac{x}{2}} + 3 = 0$ tenglamaning aniqlanish sohasi ,

$x \neq \frac{\pi}{2} + \pi n\,, n \in Z$

$x \neq 2\pi k\,, k \in Z$

$x \neq (2k+1)\pi\,, k \in Z$

$\frac{2tg^2\frac{x}{2}}{1-tg^2\frac{x}{2}} + 3 = 0$ tenglamaning aniqlanish sohasi , $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglama aniqlanish sohasidan iborat .Demak , $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglamaning ba'zi ildizlari yo'qolgan bo'lishi mumkin. Yo'qolgan ildizlarni topish uchun $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglamaning aniqlanish sohasi qaysi shartga ko'ra torayganini aniqlaymiz. Bu $tg\frac{x}{2}$ ning mavjudligini ta'minlovchi $cos\frac{x}{2} \neq 0$ shartdan iborat . Demak , $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglamaning yo'qolgan ildizlarini $cos\frac{x}{2} = 0$ tenglamaning $x = \pi + 2\pi k$, $k \in Z$

Yechimlar orasidan qidiramiz . $x = (1+2k)\pi\,, k \in Z$ yechimlarni umumiy ko'rinishi bo'yicha $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglamaga qo'yib tekshiramiz:

$tg(2k\pi+\pi) + 3ctg\,\frac{1}{2}(2k\pi+\pi) = tg0 + 3ctg\left(k\pi+\frac{\pi}{2}\right) = 0 + 3ctg\frac{\pi}{2} = 0.$ 0=0 to'g'ri tenglik hosil bo'ldi. Demak , $cos\frac{x}{2}$ tenglamaning hamma yehimlari $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglamaning yo'qolgan ildizlari ekan. $tgx + 3\,ctg\frac{x}{2} = 0$ tenglama uchun javob :

$x_1 = \pm\frac{2\pi}{3} + 2\pi n\,, n \in Z$

$x_2 = (2k+1)\,\pi\,, k \in Z.$

Xulosa . Tenglama ildizlarining , ehtimol , yo'qolganini berilgan tenglama aniqlanish sohasining torayganligidan bilamiz: yo'qolgan ildizlarni esa aniqlanish sohasini toraytiradigan shartlarga qarama – qarshi shartlardan foydalanib , yechimlarni tekshirish orqali topamiz.

Endi trigonometrik tenglamalar ildizlarininig yo'qolmasligini ta'minlash haqidagi fikrlarimizni bayon qilamiz. Tenglama ildizlari yo'qolmasligi uchun uni yechish jarayonida shunday shakl almashtirishdan foydalanish kerakki , natijada berilgan tenglamaning aniqlanish sohasi hech o'zgarmasin. Boshqacha aytganda , faqat aynan shakl almashtirishlarni bajarish kerak. Ehtiyoj bo'lsa biz yuqorida bajargan misolimizni boshqacha usullar bilan yechamiz.

$tgx + 3\,ctg\,\frac{x}{2} = 0$ tenglamani uning aniqlanish sohasida yana quyidagicha shakl almashtirib yechaylik.

$$\left(\left(tgx + 3\,ctg\,\frac{x}{2}\right) = 0\right) \leftrightarrow \left(\frac{sinx}{cosx} + \frac{3cos\frac{x}{2}}{sin\frac{x}{2}}\right) \leftrightarrow \left(\frac{sinxsin\frac{x}{2}+3cosxcos\frac{x}{2})}{cosx*sin\frac{x}{2}} = 0\right) \leftrightarrow \left(\frac{2sin^2\frac{x}{2}*cos\frac{x}{2}+3cosx\,cos\frac{x}{2}}{cosx\,sin\frac{x}{2}}\right) = 0 \leftrightarrow \left(\frac{cos\frac{x}{2}(2sin^2\frac{x}{2}+3cosx)}{cosx\,sin\frac{x}{2}} = 0\right) \leftrightarrow cos\,\frac{x}{2}\left(2sin^2\,\frac{x}{2} + 3cosx\right) = 0 \leftrightarrow$$

$$cos\,\frac{x}{2} = 0\,, cosx = -\frac{1}{2} \leftrightarrow x_k = \pi(2k+1)\,, x_n = \pm\frac{2\pi}{3}+2\pi n$$

Javob: $x_k = \pi(2k+1)\,, x_n = \pm\frac{2\pi}{3}(3n \pm 1)\ ; k, n \in Z$

BA'ZI BIR RATSIONAL ALGEBRAIK KASRLARNI INTEGRALLASH USULLARI

Qarayeva N.I.: Buxoro viloyat Kogon tuman XTBga qarashli 5-IDUMning oliy toifali matematika fani o'qituvchisi

Ma'lumkiy maktab, litsiy va kasb hunarkolji o'quvchilari matematika darsida ratsional integrallarni hisoblashlarda ma'lum bir qiyinchiliklarga duch keladi. Ushbu maqolamiz aynan shunday rantional kasrlarni intagrallash usullari keltiririlgan bo'lib, ular uquvchilarni oson mustaqil urganish uchun xizmat qiladi. Quyidagi ratsional intagralni hisoblashni ko'rib chiqaylik.

$$\int \frac{2x^4 - 10x^3 + 7x^2 + 4x + 3}{x^5 - 2x^3 + 2x^2 - 3x + 2}$$

Integral ostidagi funksiyani $\frac{P(x)}{Q(X)}$ to'g'ri kasrni eng sodda kasrlarning yig'indisi ko'rinishda tasvirlanadi, bu yerda

$$P(x)=2x^4-10x^3+7x^2+4x+3$$
$$Q(x)=x^5-2x^3+2x^2-3x+2$$

Ratsional algebraik kasrlar nazariyasida ushbu teorema markaziy o'rinni egallaydi:

Har qanday to'g'ri ratsional kasr eng sodda kasrlar yig'indisiga yoyiladi va bu yoyilma yagonadir.

Q(x) ko'phad keltirilmaydigan ko'phadlar ko'paytmasi ko'rinishida bunday ifodalanishi mumkin.

$$x^5-2x^3+2x^2-3x+2=(x+2)(x-1)^2(x^2+1)$$

$\frac{P(x)}{Q(x)}$ kasrning izlanayotgan yoyilmasi

$$\frac{P(x)}{Q(x)} = \frac{A}{x+2} + \frac{B}{(x-1)^2} + \frac{C}{x-1} + \frac{Dx+E}{x^2+1}$$

ko'rinishda bo'lishi lozim, bu yerda A, B, C, D, E sonlar hali topilishi lozim. Bu kasrning o'ng tomonini umumiy maxrajga keltiramiz va kasrlarning tengligi shartidan ushbu ko'phadlar tengligini qilamiz:

$$2x^4-10x^3+7x^2+4x+3=A(x-1)(x^2+1)+B(x+2)(x^2+1)+C(x+2)(x-1)(x^2+1)+$$
$$+Dx(x+2)(x-1)^2+E(x+2)(x-1)^2$$

Endi bu tenglikning chap va o'ng tomonlaridagi noma'lumlarning bir xil darajalari oldidagi koeffitsiyentlarni tenglashtirib, besh noma'lumli beshta chiziqli tenglama sistemasini hosil qilamiz. U ushbu yagona yechimga ega :

$$A=3, \quad B=1, \quad C=-2, \quad D=1, \quad E=-3.$$

Demak, izlanayotgan yoyilma ushbu ko'rinishga ega:

$$\frac{P(x)}{Q(x)} = \frac{3}{x+2} + \frac{1}{(x-1)^2} + \frac{2}{x-1} - \frac{x-3}{x^2+1}$$

Shundan keyin berilgan integralni hisoblash quyidagi integrallarni hisoblashga keltiriladi.

$$\int \frac{3}{x+2}dx = 3\ln|x+2| \qquad \int \frac{1}{(x-1)^2}dx = -\frac{1}{x-1}$$

$$\int \frac{2}{x-1}dx = 2\ln|x-1|$$

$$\int \frac{x-3}{x^2+1}dx = \int \frac{xdx}{x^2+1} - 3\int \frac{dx}{x^2+1}$$

Tenglikning o‘ng qismida turgan integrallardan birinchisini o‘zgaruvchini almashtirish metodi bilan hisoblaymiz;

$t=x^2+1$, deb olib $dt=2xdx$ ga ega bo‘lamiz va

$\int \frac{xdx}{x^2+1}=\frac{1}{2}\int \frac{dt}{t} = \frac{1}{2}\ln|t| = \frac{1}{2}\ln(x+1)$

$$\int \frac{x-3}{x^2+1}dx = \int \frac{xdx}{x^2+1} - 3\int \frac{dx}{x^2+1} = \frac{1}{2}\ln(x^2+1) - 3arctgx$$

Nihoyat ushbuga ega bo‘lamiz:

$$\int \frac{2x^4-10x^3+7x^2+4x+3}{x^5-2x^3+2x^2-3x+2}=\int \frac{3}{x=2}dx + \int \frac{1}{(x-1)^2}dx - \int \frac{2}{x-1}dx + \int \frac{x-3}{x^2+1}dx=3\ln|x+2| -$$

$$-\frac{1}{x-1} - 2\ln|x-1| + \frac{1}{2}\ln(x^2+1) - 3arctgx = -\frac{1}{x-1} - 3arctgx + \ln\Big|(x+2)^3 +$$

$$+\ln(x^2+1)^{\frac{1}{2}} - \ln|(x-1)^2| =\Big| = -\frac{1}{x-1} - 3arctgx + \ln\left|\frac{(x+2)^3.\sqrt{x^2+1}}{(x-1)^2}\right| + C$$

Javob: $\int \frac{2x^4-10x^3+7x^2+4x+3}{x^5-2x^3+2x^2-3x+2} = -\frac{1}{x-1} - 3arctgx + \ln\left|\frac{(x+2)^3.\sqrt{x^2+1}}{(x-1)^2}\right| + C$

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. S. P. Vinogradov “Oliy matematikaning qisqa kursi” 1949y.
2. A. G. Sipkin “Matematikadan spravochnik’’ TOSHKENT “O‘qituvchi” 1987y.
3. Е. С. Кочетков , Е. С. Кочеткова “Алгебра и Элементарнье функции’’ Москва 1965 г

Кўпбурчаклар юзасини ҳисоблаш, ҳақида баъзи мулоҳазалар.

Навой давлат институти Бошланғич таълим кафедраси ўқитувчилари:

ф-м.ф.н., доц, Пиримов Акрам Пиримович тел: 93 439 53 34

катта уқит. Унгаров Бахтиёр Ҳайитович тел: 93 460 57 76

уқит. Жўраева Гулшаной Турдиевна тел: 97 284 15 15

НавДПИ Математика информатика кафедраси доценти А.Хакимов тақризи асосида

Аннотация

Ушбу мақолада юзаларни ҳисоблашнинг ўзига хос, мактаб курсида ўтилмайдиган усулда ҳисоблаш қараб чиқилган. Мисоллар ечиш орқали ушбу усулнинг ижобий томонлари очиб берилган. Ушбу усулни қўллаб масала ечиш ўқувчиларни фикрлаш қобилиятларини ўстиришга ёрдам беради.

Калит сўзлар: Юза, кўпбурчак, трапеция, бурчак, учбурчак, қаварик, лемма, параллел.

Аннотация

В данной статье рассматривается методы вычисления площади фигур, которые не проходят в начальном курсе геометрии. Показаны доступность применения данного метода для вычисления площади фигур. Данный метод, помогает развивать мышление учащихся по предмету геометрии и в целом по математике.

Ключевые слова: Площадь, многоугольник, трапеция, угол, треугольник, выпуклость, лемма, параллель.

Annotation.

This article discusses a unique way of calculating surfaces that cannot be taught in a school course.By solving the examples, the advantages of this method are revealed. Problem-solving using this method helps to develop students' thinking skills.

Keywords: Surface, polygon, trapezoids, corner, triangle, convex, lemma, parallel.

1. Масаланинг қўйилиши

Бизга, мактаб геометрия курсидан учбурчак, тўртбурчак, трапеция, паралеллограмм ва мунтазам n-бурчаклар каби тўғри чизиқ кесмалари билан чегараланган текис шаклларни юзаларини ҳисоблаш формулалари маълум.

Ушбу бўлимда, биз қавариқ кўпбурчак юзасини унинг учлари координатлари орқали ифодаловчи формула, ҳақида сўз юритмоқчимиз.

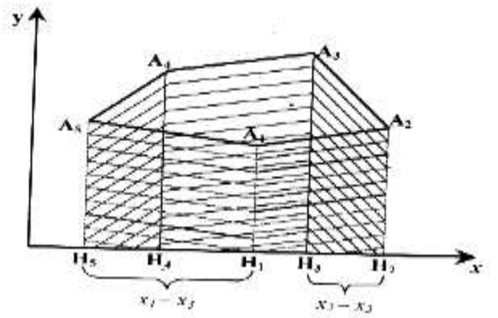
Бу формула орқали нафақат учбурчакли, тўртбурчакли ҳатто n-бурчакли қавариқ кўпбурчак (мунтазам бўлиши шарт эмас) юзини ҳам ҳисоблаш мумкин бўлади. Кўпбурчак юзасини ҳисоблашда трапециялар ва учбурчаклардан фойдаланамиз. Бундай формула юзаларни ҳисоблаш учун жуда қулай ҳисобланади, чунки ундан фойдаланиш учун кўпбурчак учларининг координаталари маълум бўлса кифоя, осонликча унинг юзасини ҳисоблаш мумкин.

Масаланинг қўйилиши:

Қавариқ n-бурчак юзасини унинг учлари координаталари орқали ифодаловчи формулани топинг. Бу масалани қуйидагича ҳал қиламиз.

2. Кўпбурчак юзини трапециялар ёрдамида ҳисоблаш

Бизга, биринчи чоракда (x>0, y>0) жойлашган қавариқ кўпбурчак берилган бўлсин. Унинг учларини соат стрелкаси йуналишига қарама-қарши (мусбат) йўналишда $A_1(x_1;y_1)$, $A_2(x_2;y_2)$, ... ,$A_n(x_n;y_n)$, лар орқали белгилаймиз. (1-чизма, n=5) Кўпбурчакнинг ҳар бир учидан Ox ўқига A_1H_1, A_2H_2, ...,A_nH_n перпендикулярларни тушурамиз. Уларнинг узунликлар мос равишда $y_{1,}\, y_2,...,y_n$ га тенг бўлсин.



$$\frac{(y_k + y_{k+1})(x_k - x_{k+1})}{2}$$ (1) ифода модулига тенг бўлади, чунки унинг қиймати $x_k>x_{k+1}$ да мусбат, $x_k<x_{k+1}$ да эса манфий бўлади. (k=1,…n; n+1 ни 1 билан алмаштирилади, бизнинг ҳолда $x_6 \to x_1$). (1) ўхшаш n та ифодалар йиғиндиси A_1A_2 ... A_n кўпбурчак юзига тенг.

Масалан, 1-чизмадаги бешбурчак учун $\frac{(y_1 + y_2)\cdot(x - x_2)}{2}$, $\frac{(y_2 + y_3)\cdot(x_2 - x_3)}{2}$, $\frac{(y_3 + y_4)\cdot(x_3 - x_4)}{2}$, $\frac{(y_4 + y_5)\cdot(x_4 - x_5)}{2}$, $\frac{(y_5 + y_1)\cdot(x_5 - x_1)}{2}$ бешта ифодадан юқори томонига мос келувчи учтаси мусбат, қуйи томонига мос келувчи иккитаси манфий («пастки»); «юқори» трапециялар юзалари йиғиндисидан «пастки» трапециялар юзалари йиғиндисини «айириб» бешбурчак юзасини топамиз (1-чизма).

$$Яъни\ S_5=\frac{(y_1+y_2)\cdot(x_1-x_2)}{2}+\frac{(y_2+y_3)\cdot(x_2-x_3)}{2}+\frac{(y_3+y_4)\cdot(x_3-x_4)}{2}+$$

$$+\frac{(y_4+y_5)\cdot(x_4-x_5)}{2}+\frac{(y_5+y_1)\cdot(x_5-x_1)}{2}=\frac{x_1y_2-x_2y_1}{2}+\frac{x_2y_3-y_2x_3}{2}+$$

$$+\frac{x_3y_4-y_3x_4}{2}+\frac{x_4y_5-x_5y_4}{2}+\frac{y_1x_5-x_1y_5}{2}=\frac{1}{2}[(x_1y_2-x_2y_1)+(x_2y_3-x_3y_2)+]$$

$$+(x_3y_4-x_4y_3)+(x_4y_5-x_5y_4)+(x_5y_1-x_1y_5)]=\frac{1}{2}\left[\begin{vmatrix}x_1&x_2\\y_1&y_2\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}x_2&x_3\\y_2&y_3\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}x_3&x_4\\y_3&y_4\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}x_4&x_5\\y_4&y_5\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}x_5&x_1\\y_5&y_1\end{vmatrix}\right]$$

(2)

Изоҳ 1. $a_1b_2-b_1a_2$ сонга 2-тартибли аниқловчи дейилади ва у $\begin{vmatrix}a_1&a_2\\b_1&b_2\end{vmatrix}$ каби белгиланади.

Ихтиёрий n бурчакли қавариқ кўпбурчак юзаси учун ҳам (2) формулага œхшаш формулани келтириб чиқариш мумкин ва у қуйидаги кўринишда бўлади.

$$S_n=\frac{1}{2}[(x_1y_2-x_2y_1)+(x_2y_3-x_3y_2)+...+(x_ny_1-x_1y_n)]\quad(3)$$

(3) формулани шартли равишда $S_n=\frac{1}{2}\left[\begin{vmatrix}x_1x_2x_3x_4...x_{n-1}x_nx_1\\y_1y_2y_3y_4...y_{n-1}y_ny_1\end{vmatrix}\right]$ (4)

кўринишда ёзиш ҳам мумкин, ёки 2- тартибли аниқловчилардан фойдалансак (4) ни янада ихчам ва тушинарли қилиб

$$S_n=\frac{\begin{vmatrix}x_1&x_2\\y_1&y_2\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}x_2&x_3\\y_2&y_3\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}x_3&x_4\\y_3&y_4\end{vmatrix}+...+\begin{vmatrix}x_4&x_1\\y_n&y_1\end{vmatrix}}{2}\qquad(5)$$

кўринишда ёзамиз.

Агар, кўпбурчак учларини соат стрелкаси йўналиши (манфий) бўйича белгиласак ёки координата ўқларини белгиланишини алмаштирсак Ox→Oy Oy→Ox у ҳолда кўпбурчакнинг $a_1,a_2,a_3,...,a_n,a_1$ томонларига мос келувчи (3) формуладаги ҳар бир кичик қавс ичидаги айирма ишораси тескарисига ўзгаради.

Демак, агар кўпбурчакда йўналиш «мусбат» бўлса, унинг юзаси мусбат ишорали «манфий» бўлса манфий ишорали бўлар экан, шунинг учун (3) формулада квадрат қавс ўрнига модул ишорасини қуйсак унинг қиймати доимо мусбат бўлади, яъни

$$S_n=\frac{1}{2}\left|\sum_{k=1}^{n}(x_ky_{k+1}-x_{k+1}y_k)\right|\qquad(6)$$

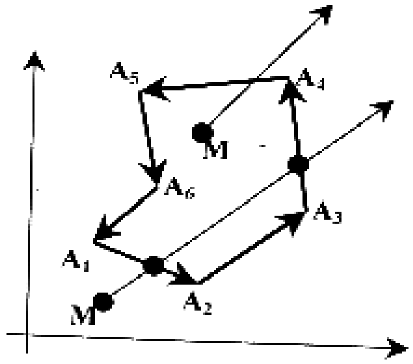
бу ерда x_{k+1}, x_1 билан; y_{k+1} эса y_1 билан алмаштирилади.

Биз, юқоридаги (5) формулани келтириб чиқаришда, кўпбурчак учлари координаталарини мусбат, унинг юзини эса қавариқ деб фараз қилган эдик. Лекин (6) формула кўпбурчак учларининг координаталарининг ихтиёрий ишорали ва унинг œзи қавариқ бўлмаса ҳам ўринли бўлишини исботлаш мумкин.

Координаталари турли ишорали, ҳар қандай A_1, A_2, A_3,.. ,A_n кўпбурчакни бирор $\vec{a}=\{a_x;a_y\}$ векторга параллел кўчириш ёрдамида 1-чоракка ўтказиш мумкин, у ҳолда унинг учларининг координаталари мусбат ишорали кўпбурчак учун (5) формула ўринли, демак у берилган дастлабки кўпбурчак учун ҳам ўринли.

(5) формулани ихтиёрий қаварик бўлмаган кўпбурчак учун ўринли бўлишини қуйидаги леммага асосан исботлаш мумкин.

Лемма. Фараз қилайлик МР – бирор бир М нуқтадан чиқувчи нур бўлсин. Агар М нуқта кўпбурчак ташқарисида ётса, у ҳолда уни “мусбат” йўналиш бўйича айланганда, МР нурни жуфт марта кесиб ўтамиз (ўнгдан чапга ва чапдан ўнгга тенг сонда). Агар М нуқта кўпбурчак ичида ётса тоғ марта ўнгдан чапга бир марта ортиқ).



Изоҳ 2. Леммани параллел кўчиришнинг мавжудлиги ва ягоналиги теоремасига кўра исботлаш мумкин.

2-чизма

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Т. Жўраев ва бошқалар «Олий математика асослари» 1-қисм Т. Ўқитувчи, 1999 йил
2. Х. Латипов ва бошқалар «Аналитик геометрия ва чизиқли алгебра» Т. Ўқитувчи, 1998 йил
3. Очилов Х., Пиримов А. «Комплекс сонларнинг қўлланишлари» Услубий қўлланма. Навоий 2000 йил
4. Квант-математик журнали. № 4 1981 йил

МАСОФАВИЙ ТАЪЛИМДА “ОЛИЙ МАТЕМАТИКА” ФАНИДАН АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ – САМАРАЛИ ЎҚИТИШ ОМИЛИ СИФАТИДА

Мейлиев С.Х.

Низомий номидаги ТДПУ (катта ўқитувчи), Тошкент, Ўзбекистон +998935459140

Аннотация. Ушбу мақолада маъсофавий таълимда “Олий математика” фанидан амалий машғулот дарсларида масала ечишнинг ўқув муҳитини яратиш масалалари қаралган.

Калит сўзлар. Электрон таълим муҳити, ахборот, видеодарс, платформа, матрица, детерминант ва уни ҳисоблаш қоидалари.

Аннотатион. This article addresses the issues of creating an e-learning environment in general secondary education in the conditions of pandemics

Keywords. E-learning environment, information, videolesson, platform

Таълим муассасаларида таълим сифатини ва самарадорлигини оширишнинг асосий мақсад ва вазифаси ҳар томонлама етук, юксак инсоний фазилатларга эга шу билан бирга ўз касбини фидоийси бўлган мутахассисларни тайёрлаш ҳисобланади.

Бундан ташқари жамият талаба шахсиятига эътибор беришни ва таълимни индивидуаллаштиришни талаб этмоқда[3].

Ҳозирги кунда барча таълим муассасаларида масофавий таълим ташкил қилинган бир пайтда «Олий математика» фанини ўқитиш, назарий билимларини амалиётга қўллаш борасида ҳар бир талабани ўтилган мавзуга тегишли масалалар ечишга эътиборини кучайтириш ўқитувчига жуда катта маъсулият юклайди.

«Олий математика» фанидан масофавий таълимда ўтилган мавзулар бўйича амалий машғулотларни (мисоллар, масала, тест ва б.) ҳар бир талаба томонилама мустақил бажарилганлигини назорат қилиб бориш жуда муҳимдир.

Ўқитувчига масофавий таълимда талабаларни олган билимларини баҳолаш ва назорат қилиш анъанавий дарс жараёнига қараганда анча қийнчилик туғдиради. Бунинг олдини олиш учун ҳар бир талабани ўзлаштириш даражасидан келиб чиққан ҳолда масала ва топшириқлар берилиши ҳамда масала ечишга, назарий машғулотларни ўзлаштиришда қийинчиликлаорга дуч келаётган талабалар билан амалий машғулотлар дарсларида кўпроқ ишлаш мақсадга мувофиқдир. Бунда ҳар бир ўқув машғулотида масалалар ечишда талабаларнинг билим, кўникма ва малакаларидан келиб чиқиб, мураккаблик даражаси турли хил бўлган масалалардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ ҳисобланиб, у талабаларни ўз устида кўпроқ ишлашга ундайди.

Ҳозирги масофавий таълим жараёнида ўқитувчи талабаларни интернет тармоғида ишлаш имкониятларини ҳам инобатга олган ҳолда топшириқларни тайёрлаши керак, яъни **ОНЛАЙН** ишлашга имконияти бўлмаган талабалар билан телеграмм тармоғидан фойдаланган ҳолда керакли маълумотларни имкон қадар етказиб бера олиш учун шароит яратиш керак. Чунки, онлайн ўқув машғулотлар воситасида талабалар кўпроқ мустақил изланишга ва ишлашга, илмий ижод билан шуғулланишларига, мутахассислик ва бадиий китобларни мутолаа қилиш имконияига кўпрок эга бўлдилар. Бу ўз навбатида, таълим самарадорлигини ошириш билан бир қаторда, дарсга тайёргарлик жараёнини сезиларли даражада тезлаштиради, ўқитувчилар томонидан ўз креативлигини тўлиқ намойиш этиш ва талабаларни таълим жараёнига тўлиқ жалб этиш имконини беради[4].

Онлайн ўқув машғулотларида ўқитувчи ҳар бир талабанинг ўзлаштириш даражасидан келиб чиқиб, ўқитувчи томонидан бир нечта ўқув адабиётлардан ўтилган мавзуларга тегишли масалалар, саволлар ва тестлар тайёрлаши керак. Масофавий таълим дарс жараёнида ўтилган мавзуларни мустаҳкамлаш мақсадида топшириқлар талабаларга ўз вақтида тақдим қилиб борилиши мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Масофавий таълимда масала ечиш дарсларни ташкил қилиш натижасида:

1. Масофавий таълимда ҳар бир талаба берилган масалани ўз қобилиятидан келиб чиқиб, мустақил ишлаш билан шуғулланади.

2.Талабаларни дарс жараёнида ўтилган мавзуни қай даражада ўзлаштирганлиги ва амалиётга қўллай олиш қобилияти ўқитувчи томонидан доимий назорат қилиб борилади.

3. Масофавий таълим жараёнида интернет тармоғи орқали ҳар бир талабага топшириқ ва масалалар берилганлиги ҳамда уларни қабул қилганлигини назорат қилиш тез ва осон амалга оширилади.

4. Ўқитувчини ҳар бир талаба билан алоҳида ишлаш имконияти яхши бўлади.

Шу билан бирга масофавий таълимда қуйидаги қийинчиликларга дуч келинади:

1. Масофавий таълимда интернетни ишлаш тезлигини айрим жойларда пастлиги ёки умуман бўлмаслиги талабалар билан ўқув машғулотдарини ўтиш ва топшириқларни бажаришда мураккабликлар пайдо бўлади.

2. Масофавий таълимда интернет тармоғидаги айрим камчиликлар ўқитувчи-талаба ўртасида жонли мулоқатни етарли даражада амалга ошира олмаслик - таълим сифатига салбий таъсир кўрсатади.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, тажрибали ўқитувчи ҳар бир талабанинг ўзлаштириш даражасидан келиб чиққан ҳолда, турли хил методларни, савол ва топшириқларни, масалаларни, тестларни ўқув машғулоти жараёнида амалий қўллаган ҳолда масофавий таълимни йўлга қўйиши мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Адабиётлар

1. Тайлаков Н.И., Низомхонов С.Э. Масофавий таълимга мўлжалланган интернетдаги порталлар. Физика, математика ва информатика. -2008. №3.

2. Рўзимуродов О.Н., Ҳамдамов Р.Ҳ. Электрон ўқув нашрларни яратишда уларнинг мослашувчанлигини ошириш. «Фан ва таълимда ахборот-коммуникация технологиялари» Республика илмий-техник конференциясининг материаллари. Тошкент. 6-7 апрел 2006 й.

3. Умаров Х.А., Умарова З.А. «Использование электронно-образовательных ресурсов в целях создания образовательной экосистемы». Материалы конференции «Перспективные информационные технологии». Самара. 2018 г. 1318-1320 стр.

4. Umarova F.A. «Advanteges of using electronic learning resources in the educational process». European journal of research and reflection in educational sciences Vol.8 No 8, 2020. 31-36 p.

IKKINCHI TARTIBLI CHIZIQLI DIFFERENSIAL TENGLAMANING VKB-ASIMPTOTIKASI

S.J.Yodgorov- Nizomiy nomidagi TDPU (f.m.f.n.dotsent), Toshkent, O‘zbekiston

+998993496637

S.X.Meyliyev -Nizomiy nomidagi TDPU (Katta o‘qituvchi), Toshkent, O‘zbekiston

+998935459140

Tayanch so‘zlar:*Ushbu maqolada meromorf koeffitsientli matrisaviy chiziqli differensial tenglamalar yechimlarining VKB-asimptotalari uchun yangicha yodoshish keltirilgan. VKB-asimptotalar va Stoks ko`paytuvchilari orasida bog`liqlik mavjudligi yoritilgan.*

Ключевые слова:*В данной статье предлагаем новый подход к комплексной метода ВКБ для решения матричных линейных дифференциальных уравнения с мероморфными коэффициентами. В частности, ВКБ можно оценить так называемые коэффициентами связности или Множители Стокса. Приведены явные формулы для такого обобщения.*

Keyswods:*This article proposes a new approach to the complex WKB method for the solution of matrix linear differential equations with meromorphic coefficients. In particular, the WKB is possible to estimate the so-called connection coefficients or Stokes multipliers. Explicit formulas for such generalization.*

Ushbu maqolada kompleks tekislikda kick parametrga ega bo`lgan ikkinchi tartibli differensial tenglamamaning yechimlarining asimptotikasini topish masalalaridan biri o`rganiladi. Ma`lumki, differensial tenglama yechimlarning VKB-asimptotalarini biror ko`rsatkichli funksiyaning (ko`paytuvchining) uzoqlashuvchi qatorlar ko`rinishidagi ifodasining mahsuli deb qarash mumkin. Xususiy hollarda bu ko`paytuvchini Stoks ko`paytuvchilari baholash mumkin. Stoks ko`paytuvchilarining aniq algoritmi yoritilgan bo`lib, u Stoks ko`paytuvchilarining asimptotikalarini topishda muhim rol o`ynaydi. Masalan kvant mexanikasi maslalarini yechishda 1926 yil L. Brillouin, G. Wentzel, H. Кramers va H. Jeffreyslar tomonidan Shredinger tenglamamasinig asimptotik yechumlari topilgan ([1], [2] ,[3]). Cheksiz ko`p burilish nuqtasigacha bo`lgan bitta masala keltirilgan bo`lib, yechimlarining VKB-asimptotasi topilgan.

Quyidagi ikkinchi tartibli oddiy differensial tenglama berilgan

$$\varepsilon^2 y'' - q(x) y = 0 \tag{1}$$

Bu tenglama uchun shunday nuqtalar mavjud bo`lib, $q(x) \in C^{\infty}(I)$, $I = [a,b] \in R, \quad \varepsilon > 0$, va bu nuqtalar atrofida $q(x) \neq 0$ agar $\operatorname{Re}\sqrt{q(x)} \geq 0$ bo`lsa, yoki $q(x) < 0$, $x \in I$ bo`lganda (1) tenglama yechimlarining VKB-asimptotasi deb ataluvchi asimptotik formulalarni topish mumkin $[2]$.

Bu yerda $q(x_0) = 0,\ x_0 \in I$ da

$$S(x_{0,}x) = \int_{x_0}^{x} \sqrt{q(t)}\, dt \tag{2}$$

belgilash kiritsak,

$$\operatorname{Re} S(x_0, x) = 0 \tag{3}$$

(3) formula Stoks chizig`i tenglamasini ifodalaydi. $x = x_0$ (1) tenglamaning kritik nuqtasi bo`lib, burilish nuqta deyiladi. Bu holda Stoks chizig`i analitik funksiyaning grafigi bo`ladi.

Agar $q(x_0) \neq 0,\ x \neq x_0$ bo`lsa $x = x_0$ (1) tenglamaning cheklangah ko`p burilish nuqtasi deyiladi. Bunday nuqtalar atrofida VKB-asimptotasi o`z ma`nosini yo`qotgani bilan nuqtaning ikkala atrofiga nisbatan «bog`lovchi » deb ataluvchi masalani qo`yish mumkin. To`liq ma`lumotni, izlanish natijalarini bog`lovchi formulalarni $[2]$dan topish mumkin. Bu natijalarining barchasi $q(0) = q'(0) = ... = q^{(n-1)}(0),\ q^{(n)}(0) \neq 0$ hollar uchun keltirilgan bo`lib, (1) tenglamaning shunday yechimlari mavjudki $\varepsilon \to +0,\quad x = a$ da monoton o`suvchi bo`lib, $x \in I$ bo`yicha tekis yaqinlashadi va

$$y_i(x,\varepsilon) \approx w_i(x,\varepsilon)(1 + \sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon^n a_{ni}(x)),\quad i = 1, 2,$$

bu yerda

$$w_{1.2}(x,\varepsilon) = q^{-1/4}(x) e^{(\pm\varepsilon^{-1} \int_a^x \sqrt{q(t)}dt)}. \tag{4}$$

(4) asimptotik formulaning bosh qismiga VKB-asimptota deyiladi.Maqolada kichik parameter ε ning kompleks qiymatlarida (1) tenglamaning asimptotikasini topishga harakat qilingan va ayrim funksiyalar uchun natijalar olingan .

Ядро резонанс (ЯР) nazariyasida cheksiz ko'p burilish nuqtasi bo`lgan muammoli masala keltirilgan [1]. Shunga doir bir masala keltiramiz.

$u(x) = \{u_1(x), u_2(x)\} -$ vektor funksiya differensial tenglamaning shunday yechimlari bo`lsinki

$$\varepsilon \frac{du}{dx} = \begin{pmatrix} 1 & -x \\ -x & x^2 \end{pmatrix} g(x) u(x) \tag{5}$$

bunda

$$u(\infty) = (1, \infty), \tag{6}$$

va $g(x) \in C^{\infty}(R)$ bo`lib, $g(x)$ tezlik uchun $\lim\limits_{x \to \pm\infty} u(x)$ mavjud.

(5) tenglama yechimining $\varepsilon \to 0$ da $u(-\infty)$ asimptotikasini topish talab qilinayapdi.

Quyidagi belgilash

$$u=\frac{1}{\sqrt{x^2+1}}\begin{pmatrix} x & 1\\ 1 & -x\end{pmatrix}v \qquad (7)$$

$u(\infty)=(1,\infty)$ da (5) sistemani

$$\varepsilon\frac{dv}{dx}=g(x)(1+x^2)\begin{pmatrix}0 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}v+\frac{\varepsilon}{1+x^2}\begin{pmatrix}0 & 1\\ -1 & 0\end{pmatrix}v \qquad (8)$$

diagonal matrisali tenglama ko`rinishiga keltiradi. Bu esa $\varepsilon\to 0$ da VKB-asimptotaning boshlang`ich hadlarini topishga yo`l ochadi. U holda (6) shart quyidagi ko`rinishni oladi

$$v(\infty)=(1,0). \qquad (9)$$

(8) tenglamani (9) shartda $x=ctg\,t$ yangi o`zgaruvchi kiritish yordamida ikkinchi tartibli differesial tenglama ko`rinishga keltirish mumkin

$$y''+\frac{\hat{O}(t)}{\varepsilon}y'+y=0 \qquad (10)$$

bu yerda $y(0)=1,\; y'(0)=0,$ va $\hat{O}(t)=\dfrac{g(ctg\,t)}{\sin^4 t}$.

$\varepsilon\to 0$ da $y(\pi)$ asimptotikani toppishda yuqorida keltirilgan mulohazalar bilan to`qnashamiz .

Barcha hosilalari $\dfrac{1}{x^n}$ ning har qanday darajasida ham $g(x)\to 0$ bo`lsa,

$\hat{O}(t)$ funksiya 0 va π nuqtalarda cheksiz murakkablik nollarga ega bo`ladi.

(9) shartni qanoatlantiruvchi (8) tenglama integral tenglamalar sistemasiga teng kuchli

$$v_1(x)=1-\int_x^{\infty}\frac{v_2(t)}{1+t^2}dt,\qquad v_2(x)=\int_x^{\infty}\frac{\exp\left(-\dfrac{F(x)-F(t)}{\varepsilon}\right)}{1+t^2}v_1(t)dt$$

bu yerda $F(x)=\int_x^{\infty}g(\tau)(1+\tau^2)d\tau$.

Bundan rasmiy ravishda

$$v_1(-\infty)=1+\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\exp\left(-\dfrac{F(t)}{\varepsilon}\right)}{1+t^2}dt\int_t^{\infty}\frac{\exp\left(-\dfrac{F(x_1)}{\varepsilon}\right)}{1+x_1^{\,2}}dx_1\ldots\int_t^{\infty}\frac{\exp\left(-\dfrac{F(x_n)}{\varepsilon}\right)}{1+x_n^{\,2}}dx_n \qquad (11)$$

ekanligi kelib chiqadi.

Ba`zi hollarda $g(x)$ funksiya uchun taqdim etilgan shartlarda (9) qator absolyut yaqinlashadi;

(11)dagi karrali integrallar asimptotalari topildi;

topilgan asimptotalar Puankare yaqinlashish asimptotalariga keltiruvchi yangi almashtirishlar topildi;

bunday alnashtirishlar kiritilganda asimptotik qatorning har bir karrali integral birinchi hadlari bilan chegaralanganda ham hosil bo`lgan qatorning absolyut yaqinlashishi aniqlandi.

(5) tenglamadagi g(x) funksiya uchun asimptotik qatorlarga bir necha misollar keltiramiz

1) $g(x)=\sqrt{\dfrac{\alpha}{\pi}}\,e^{-\alpha x^2}$, $\quad \alpha>0-$ haqiqiy son

$$v_1(-\infty)\cong 1+\sum_{n=1}^{\infty}\frac{a_0^n(\ln\xi_0)^{n-1}+a_1^n(\ln\xi_0)^{n-2}+...a_{n-1}^n}{\xi_0^n},\qquad \xi_0=\frac{\ln\dfrac{1}{\varepsilon}}{\alpha}$$

bu yerda $a_0^1=-1,\ a_0^2=\dfrac{1}{2\alpha},\ a_1^2=\dfrac{3}{4}+\dfrac{3\gamma-1-3\ln 2\sqrt{\pi\alpha}}{3\alpha};\ \ \gamma-$ Eyler koeffisiyenti.

2) $g(x)=\dfrac{e^{-\alpha|x|}}{1+x^2}$, $\quad \alpha>0-$ haqiqiy son,

$$v_1(-\infty)\cong 1-\frac{\alpha^2}{\ln^2\dfrac{1}{\varepsilon}}-\frac{2\alpha^2(\gamma+2\ln\alpha}{\ln^3\dfrac{1}{\varepsilon}}+O\left(\frac{1}{\ln^4\dfrac{1}{\varepsilon}}\right),\qquad \gamma-\text{ Eyler koeffisiyenti.}$$

3) $g(x)=\dfrac{\alpha}{(1+x^2)^{n+1}},\quad \alpha=\dfrac{(2n)!!}{\pi(2n-1)!!}$ da

$$v_1(-\infty)\cong 1-\frac{2\pi a^2}{(2n-1)^2 Sin\dfrac{2\pi}{2n-1}}\cdot\frac{\tilde{A}\left(\dfrac{1}{2n-1}\right)}{\tilde{A}\left(1-\dfrac{1}{2n-1}\right)}\cdot\varepsilon^{\frac{2}{2n-1}}+\frac{2\pi a^4}{(2n-1)^2 Sin\dfrac{4\pi}{2n-1}}\cdot\left[\frac{a_1}{(2n-1)^2}-\right.$$

$$\left.-\frac{n-1}{2n+1}\left(\frac{\tilde{A}\left(\dfrac{3}{2n-1}\right)}{\tilde{A}\left(1-\dfrac{1}{2n-1}\right)}+\frac{\tilde{A}\left(\dfrac{1}{2n-1}\right)}{\tilde{A}\left(1-\dfrac{3}{2n-1}\right)}\right)\right]\cdot\varepsilon^{\frac{4}{2n-1}}+0\left(\varepsilon^{\frac{6}{2n-1}}\right),$$

bu yerda $\quad a=\left(\dfrac{2n-1}{\alpha}\right)^{\frac{1}{2n-1}},\qquad a_1=\dfrac{Sin^2\dfrac{\pi}{2n-1}}{Sin\dfrac{3\pi}{2n-1}\cdot Sin\dfrac{2n}{2n-1}}\cdot\dfrac{\tilde{A}^3\left(\dfrac{1}{2n-1}\right)}{\tilde{A}\left(1-\dfrac{1}{2n-1}\right)}.$

Ko`rilgan masaladan ma`lum bo`ldiki (10) formula bilan berilgan funksiya chekli sondagi burilishlarga ega. Ma`qolada yoritilgan usulni yuqori tartibli hosila oldida katta parametri bo`lgan diIfferensial tenglamalarning asimptotikalarini aniqlashda ham qo`llash mumkin.

Xulosa:

Taqdim etilgan maqolada cheksiz ko'p burilish nuqtasi bo`lgan ikkinchi tartibli differensial tenlamaning VKB-asimptotasini kompleks tekislikda ifodalashdagi yangicha yondoshish yoritilgan .(5) tenglamadagi kompleks funksiya g(x) uchun bir nechta VKB-asimptotalar topilgan. Квази-классик яқинлашиш(ВКБ-Венцел-Крамерс-Бриллоуин усули).Квант механикасининг барча муаммолари аниқ ҳал қилинмайди. Муаммоларни тахминий ҳал қилишнинг бир неча хил усуллари мавжуд бўлиб, улардан бири ВКБ усули ҳисобланади.

Adabiyotlar:

1. Вазов В., Асимптотические разложения решений обыкновенных дифференциальных уравнений, пер.с англ., М., 2019;
2. Хединг Дж. Введение в метод фазовых интегралов. «Мир», 2015.
3. Bender C.M. and Physical Review Bu., Vol 183, №5, 2021.
4. Гурарий В.П., Рузматова Н.Т. Асимптотика решений системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка в комплексной плоскости. том 280, №2, 1985.
5. Oppoqov Y. va boshq. "Oddiy differensial tenglamalardan misol va masalalar to'plami".

T. : 2009y.

OLIY TA'LIMDA IQTISODCHILAR UCHUN MATEMATIKA FANINI O'QITISHDA "DINAMIK PROGRAMMALASHTIRISH" MAVZUSINI AMALIYOT BILAN BOG'IQLIGI

Maxmasaidova Sayyodxon Ubaydulla qizi, Musajonov Boqijon Azamadjon o'g'li.
Toshkent Moliya instituti o'qituvchisi,
Toshkent Moliya instituti BET-90 guruh talabasi.
sayyodxon@bk.ru
Tel: 97-333-39-91

Annotatsiya:Maqolada dinamik programmalashtirish masalasi va uni amaliy tadbiqini ko'rsatishdan iborat

Kalit so'zlar: dinamik programmalashtirish, strategiya, optimal stretagiya, matematik model

Hozirgi kunda jamiyatning yangilanishi, hayotimiz taraqqiyoti va istiqboli, amalga oshirilayotgan islohotlar samarasi taqdiri, Respublika mustaqilligi va bozor iqtisodiyotiga mos ijtimoiy-iqtisodiy siyosatni shakllantirish-bularning barchasi zamon talablariga javob beradigan yuqori malakali mutaxassis kadrlar tayyorlash muammosi bilan chambarchas bog`liq. Ta'lim tizimini isloh qilishning zarurligini tushunib yetish, amaliyotda ta'limmuassasalarini innovatsion jarayonlarga qo'shilishini taqozo etmoqda va eng muhimi aniq yangiliklarni o'zlashtirishdan iborat. Shunday ekan oliy ta'lim jarayonida ham yaqqol ko'rinib turibdiki har bir o'tilayotgan mavzularni amaliy ahamiyati talabalar o'zlashtirishi uchun muhim hisoblanadi. Oliy ta'limning iqtisodiy yo'nalishlarida iqtisodchilar uchun matematika fanining amaliyot bilan bog'liq bir qator masalalarini ko'rish mumkin. Shu masalalalardan biri bu dinamik programmalashtirish masalasidir. Dinamik programmalashtirish masalalarida iqtisodiy jarayon vaqtga bog'liq deb qaraladi, hamda butun jarayonnig optimal rivojini ta'minlovchi bir qator (ketma-ket, har bir davr uchun) optimal yechimlar topiladi. Dinamik programmalashtirish masalalari *ko'p bosqichli yoki ko'p qadamli* deb ataladi.

Dinamik programmalashtirish – vaqtga bog'liq va ko'p bosqichli boshqariluvchi iqtisodiy jarayonlarni optimal rejalashtirish usullarini o'rganuvchi matematik programmalashtirishning bir bo'limidir.

Ko'p bosqichli iqtisodiy jarayonlarni rejalashtirish uchun, har bir oraliq bosqichda alohida qaror qabul qilishda, butun jarayonning tub maqsadi ko'zlanadi. Butun jarayonning yechimi o'zaro bog'langan yechimlar ketma-ketligidan iborat bo'ladi. O'zaro bog'langan bunday yechimlar ketma-ketligi *strategiya*deb ataladi. Oldindan tanlangan mezonga ko'ra eng yaxshi natijani ta'minlovchi strategiya *optimal stretagiya* deb ataladi. Boshqacha aytganda optimal strategiya ko'p bosqichli iqtisodiy jarayonning optimal rivojlanishini ta'minlovchi strategiyadir.

Dinamik programmalashtirish ko'p bosqichli tuzilishga ega bo'lgan yoki bunday tuzilishga keltiriladigan masalalarning optimal yechimini topish uchun ishlatiladigan matematik vositadir.

Ko'p iqtisodiy jarayonlar o'z-o'zidan bosqichlarga bo'linadigan bo'ladi. Masalan, 5 yillik, 1 yillik rejalarni tuzishda har bir bosqich sifatida yil, kvartal, oy va dekadalarni ko'rsatish mumkin. Lekin ba'zi masalalar vaqtga bog'liq bo'lmasligi ham mumkin. Masalan, eng qisqa yo'l bilan ko'zlangan marraga (joyga) borish masalasi ko'p bosqichli emas. Lekin bu masalani ko'p bosqichli masalaga aylantirib, uni dinamik programmalashtirish usuli bilan yechish mumkin.

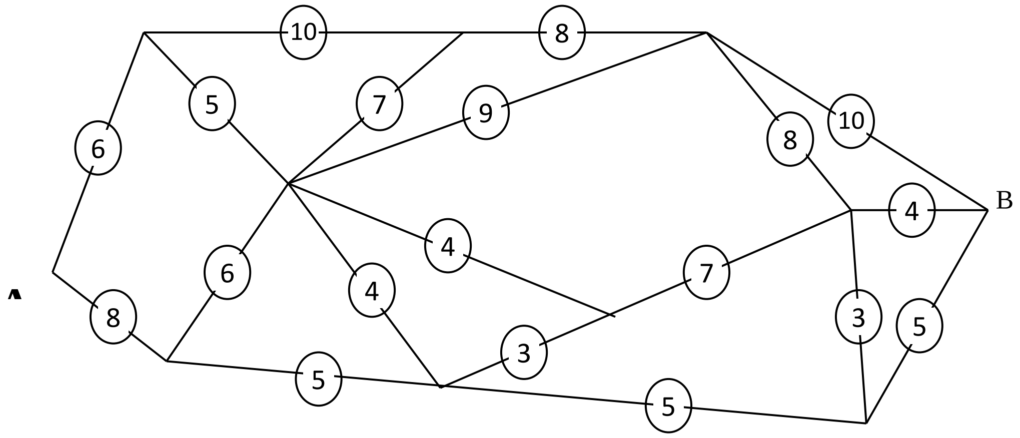
Ko'p bosqichli iqtisodiy masalalarni yechish uchun ularni yagona matematik modelini yoki bo'lmasa, har bir bosqichga mos keluvchi statik modellar sistemasini tuzib, so'ngra uni dinamik programmalashtirish usullari bilan yechish kerak.

Shunday qilib, ko'p bosqichli jarayon sifatida ifodalanuvchi matematik programmalashtirish masalalarini yechish dinamik programmalashtirishning predmetini tashkil etadi.

Dinamik programmalashtirish masalasini yechish jarayonini quyidagi misolda yaqqol ko'rsatish mumkin.

Misol.Eng qisqa yo'lni tanlash masalasi.

Faraz qilaylik, *A* va *B* punktlarni o'zaro bog'lovchi temir yo'llar to'ri berilgan bo'lsin (1-shakl). Bu punktlar orasida temir yo'l bilan bog'langan juda ko'p punktlar mavjud bo'lishi mumkin.Bunda har qanday ikki punkt orasidagi masofa ma'lum deb faraz qilamiz.Masalan, bu masofaning uzunligi 1-shakldagi har ikki nuqtani tutashtiruvchi kesma ustiga yozilgan sonlardan iborat bo'lsin.*A* va*B* punktlarni eng qisqa yo'l bilan tutashtiruvchi marshrutni aniqlash masalasi qo'yiladi.



1-shakl

Masalani yechish uchun (1-1), (2-2), (3-3) chiziqlar yordamida berilgan temir yo'llar to'rini ayrim qismlarga (bosqichlarga) ajratamiz (2-shakl).

(2-2) chiziqning transport yo'llari to'ri bilan kesishgan nuqtalarini D_1, D_2, D_3lar bilan, (3.3) chiziqning kesishgan nuqtalarini esaC_1, C_2, C_3 lar bilan belgilaymiz. Birinchi qadamda*B* nuqtadan D_1, D_2, vaD_3 nuqtalargachabo'lgan eng qisqa masofani aniqlaymiz.

$$B–D_1: min\ (10,\ 8+4,\ 5+3+8)=10,$$

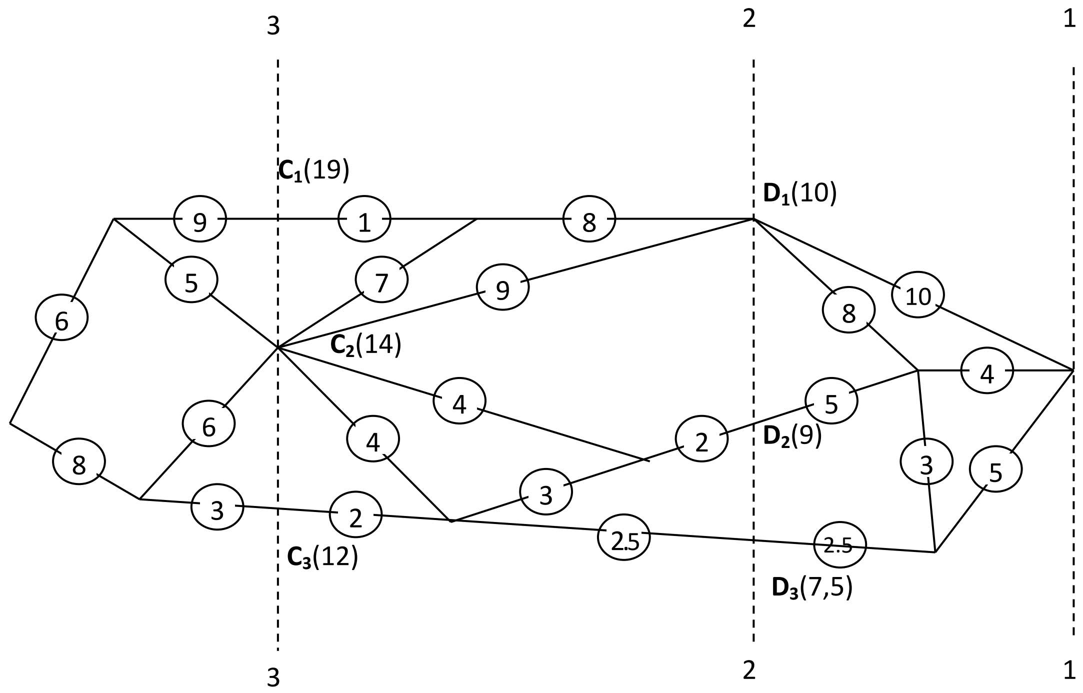
$$B–D_2: min\ (10+8+5,\ 4+5,\ 5+3+5)=9,$$

$$B–D_3: min\ (5+2{,}5,\ 4+3+2{,}5)=7{,}5.$$

2-shakldaD_1, D_2, D_3 nuqtalardan so'nggi B punktgachabo'lgan eng qisqa masofa qavs ichida yozilgan. So'ngra (3-3) chiziqning transport yo'llari to'ri bilan kesishgan C_1, C_2, C_3 nuqtalarni ko'ramiz. Bu nuqtalardan *B* nuqtagachabo'lgan eng qisqa masofani aniqlaymiz. Bu masofa

2-shakl

C_1 nuqta uchun $min\ (1+8+10,\ 1+7+4+2+9,\ 1+7+4+3+2+9,\ 1+7+4+2{,}5+7{,}5)=$



$$min(19,23,26,22)=19;$$

C_2 nuqta uchun $min(7+8+10,\ 9+10,\ 4+2+9,\ 4+3+2+9,\ 4+2{,}5+7{,}5)=min(25,\ 19,\ 15,\ 18,\ 14)=14;$

C_3 nuqta uchun $min(2+2{,}5+7{,}5,\ 2+3+2+9)=12.$

Bu masofalar shaklda qavs ichida yozilgan. 3 bosqichda*A* nuqtadan *B* gachabo'lgan eng qisqa masofa topiladi. Bu masofa quyidagichaaniqlanadi:

min(6+9+19, 6+5+14, 8+6+14, 8+3+12)=23.

So'ngra *A* nuqtadan eng qisqa masofabo'ylab *B* nuqtaga boradigan yo'lni belgilaymiz:

$$A\text{-}C_3\text{-}D_3\text{-}B.$$

Masalaning yechimi A va B nuqtagacha bo'lgan eng qisqa masofa 23 dan iborat.

Demak oliy ta'lim jarayonida o'qitiladigan fanlarning har birini amaliyot bilan bog'liq holda o'qitilishi hozirgi kunning dolzarb masalasidan iboratdir.Shunday ekan iqtisodchilar uchun matematika fani mavzularini amaliyot bilan bog'lagan holda o'qitish iqtisodiyotning rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. Kadrlar tayyorlash milliy dasturi. Barkamol avlod – O'zbekiston taraqqiyotining poydevori. T., « Sharq», 1997 yil.
2. Q. Safayeva. "Matematik dasturlash". Darslik. T.: «IQTISOD-MOLIYA», 2008 y.

GRUNT BILAN O'ZARO TA'SIRI STRUKTURAVIY BUZILISH VA IDEAL ELASTIK- PLASTIK KO'RINISHDAGI MODELLARDA BO'LGAN YER OSTI QUVURLARNING SEYSMODINAMIK TAHLILI

f.m.f.d., prof. Mirzayev Ibraxim,
Tayanch doktarant Shomurodov Jaxongir Farxodovich
Toshkent davlat transport universiteti (Toshkent, O'zbekiston)
(e-mail: ibrakhim.mir@mail.ru, jakhongir_shf@mail.ru)

Annotatsiya: Grunt bilan o'zaro ta'siri buzilish strukturasi ko'rinishida bo'lgan yer osti quvurida seysmik to`lqinlar tarqalishi masalasi oshkor chekli ayirmalar usulida yechilgan. Ushbu model gruntdagi eksperimental ma'lumotlarni aks ettiradi. O'zaro ta'siri chiziqli bo'lmagan model chiziqli modellar bo'laklari bilan approksimatsiya qilinadi. Garmonik to'lqin uchun tezlik va urinma kuchlanishini hisoblash natijalari keltirilgan. Olingan natijalar grunt bilan o`zaro ta'siri ideal elastik-plastik modelda olingan natijalar bilan solishtirilgan.

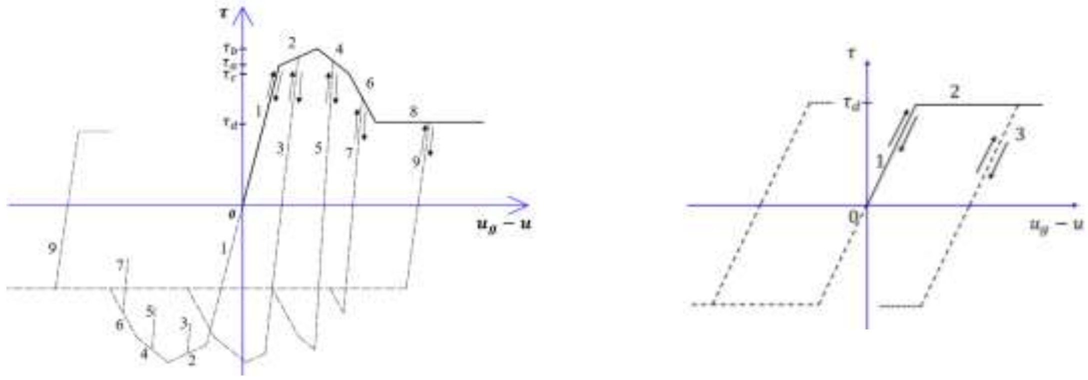
Kalit so'zlar: elastiklik, plastiklik, buzilish, ishqalanish, to'lqin, quvur, grunt.

So'nggi yillarda zilzila ta'sirida bo'lgan yer osti quvurlarida bo'ladigan jarayonlarni o'rganish muhim sohalardan biri bo'lib kelmoqda. Turli suyuqlik va gazlarni biror manzildan boshqa manzilga uzatishda yer osti quvurlaridan keng foydalaniladi. Kuchli zilzila ta'sirida bo'lgan bu quvurlarda turli xavfli holatlarni kuzatish mumkin [1]. Eksperementlar shuni ko'rsatadiki, seysmik to'lqinlar ta'sirida bo'lgan yer osti quvurining holati asosan gruntning xususiyati va grunt orqali uzatiladigan seysmik ta'sirlarga bog'liq ravishda o'zgaradi [1–5].

Yer osti inshootlari seysmodinamikasining chiziqli bo'lmagan masalalarida grunt bilan yer osti quvurlarining o'zaro ta'siri turli modellarda qaralgan [6, 7].

Bu maqolada seysmodinamika masalalariga oid bo'lgan grunt bilan o'zaro ta'siri strukturali buzilish va ideal elastik-plastik ko'rinishdagi modellar o'rganilgan va ikkala model uchun grunt va yer osti quvuridagi deformatsiya, ko'chish va urinma kuchlanishlar grafiklari olingan. Olingan natijalar grafiklar asosida tahlil qilingan. Masalani yechishda chekli ayirmalar usulining oshkor ko'rinishi qo'llanilgan.

To'lqin tarqalish tezligi c_g ga teng bo'lgan gruntda $v_g(t-x/c_g)$ tezlik bilan L uzunlikdagi quvur o'qiga parallel ravishda bo'ylama to'lqin harakat qilayotgan bo'lsin. *Ox* o'qining koordinata boshini quvurning chap uchidan boshlangan deb hisoblaymiz. Faraz qilaylik, grunt bilan o'zaro ta'siri strukturali buzilish ko'rinishdagi modelda ma'lum bir qiymatgacha elastik bo'lsin. Grunt bilan quvur orasidagi o'zaro munosabatni ifodalaydigan nisbiy ko'chish va urinma kuchlanish orasidagi munosabat egri chiziqli holatida bu masalani chiziqli kesimlarga ajratib hisoblaymiz (1a-rasm).



(a) (b)

1-rasm. *Yer osti quvurlarining grunt bilan o'zaro ta'siri strukturali buzilish (a) va ideal elastik- plastik (b) modellari uchun* $\tau = \tau_s + k_\alpha(x,t)\cdot(u_g - u - U_s)$ *diagrammasi.*

Grunt bilan quvur orasidagi o'zaro ta'sir strukturali buzilish ko'rinishdagi model uchun (1a-rasm) bir holatdan boshqa holatga o'tishni ifodalovchi *S(x,t)* funksiya kiritamiz. Bu funksiya seysmik to'lqin ta'sirida bo'layotgan jarayonga qarab *1* dan *9* gacha qiymatni qabul qilishi mumkin.

Yer osti quvuri uchun dinamik tenglamani quyidagicha yoazamiz

$$\begin{aligned} &\frac{\partial v}{\partial t} = c^2\frac{\partial \varepsilon}{\partial x} + \frac{\pi D}{F\rho}\tau, \\ &\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial x}, \\ &\tau = \tau_s + k_\alpha(x,t)\cdot(u_g - u - U_s) \end{aligned} \tag{1}$$

$\tau(x,t)$ funksiyaning ko'rinishi *S(x,t)* ning qiymatiga qarab o'zgaradi [8].

Boshlang'ich shartlar

$$u|_{t=0} = 0 \text{ va } v|_{t=0} = 0,$$

chegaraviy shartlarni esa quyidagicha olamiz

$$\frac{\partial u}{\partial x}|_{x=0} = 0 \text{ и } \frac{\partial u}{\partial x}|_{x=L} = 0.$$

Bu yerda $c = \sqrt{E/\rho}$ – quvurda to'lqin tarqalish tezligi; E, ρ – elastiklik moduli va quvur materialining zichligi; ε, v, u – quvurning o'qi bo'yicha deformatsiyasi, tezligi va ko'chishi; v_g, u_g – quvur o'qi bo'yicha grunt zarrachalarning tezligi va ko'chishi; D, F –diametri va quvur ko'ndalang kesim yuzasi; τ_d – quruq ishqalanish holatidagi urinma kuchlanish; τ_s, U_s – bir holatdan boshqa holatga *s*-o'tishdagi urinma kuchlanish va nisbiy ko'chish $(\tau_0 = 0;\ U_0 = 0)$.

Eksperimentlar shuni ko'rsatadiki [4, 5], k_α va τ_d qiymatlar statik va dinamik bosimlarga bog'liq bo'ladi. Hisoblash ishlarini amalga oshirishda qulaylik uchun bu qaymatlarni o'zgarmas qilib tanlab olamiz.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, seysmik to'lqinning ta'siriga bog'liq ravishda 1-rasmdagi bo'lak chiziqlar bo'yicha ko'p marotaba yuksizlanish yoki yuklanish jarayoni bo'lishi mumkin.

L uzunlikdagi quvurni *m* ta qismdan iborat bo'lgan, o'lchami Δx ga teng bo'lgan qismlarga bo'lib qaraymiz. U holda $L = m\Delta x$ tenglik o'rinli bo'ladi. *t* vaqt bo'yicha qadamlarni $\Delta t = \Delta x / c$ ko'rinishda olamiz. Bu shart oshkor chekli ayirmalar usulining Kurant ustuvorligining zaruriylik shartini ifodalaydi.

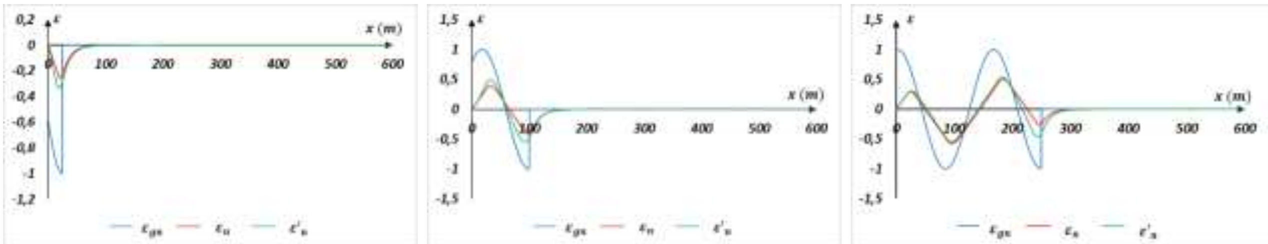
(1) tenglamani birinchi tartibdagi aniqlikda Δx va Δt bo‘yicha chekli ayirmalar usuliga mos ravishda aproksimatsiya qilinadi [6]. Olingan tenglamadan $\varepsilon_{i+1}^{j+1/2}$, $v_{i+1/2}^{j+1}$, $u_{i+1/2}^{j+1}$, $u_{g\,i+1/2}^{j+1}$ yechimlarni aniqlaymiz. Bu yerda yuqori indeks vaqt bo‘yicha, quyi indeks esa koordinata bo‘yicha mos qadamlarni ifodalaydi. Chekli ayirmalar usulining ustuvorligining yetarlilik sharti quyidagicha: $q \cdot k_* \cdot (\Delta t)^2 << 1$. Bu yerda $q = \pi D / F\rho$, k_*- koeffitsient k_α koeffitsientlarning katta qiymatiga teng.

Barcha nuqtalar bo‘yicha har bir qadamda τ, $\tau \cdot (v_g - v)$ и $(u_g - u)$ qiymatlarni tekshirib boramiz. Qaysi nuqtada bir holatdan boshqa holatga o‘tish kuzatilsa, shu nuqtada Nyuoton-Rafson iteratsiasi usulida hisoblashni amalga oshiramiz. Iteratsiya v tezlik bo‘yicha yetarli aniqlik bajarilguncha davom ettiriladi. So‘ngra jarayon yana kiyingi holatda davom etadi.

Quyidagi qiymatlarga mos bo‘lgan seysmodinamika masalasini qarab chiqamiz: $L = 1000m$; $D = 0.61m$; $F = 0.019m^2$; $c_g = 500\,m/s$; $c = 5000\,m/s$; $k_1 = 10^7\,N/m^3$; $\tau_a = 15\,kPa$; $\tau_b = 18\,kPa$; $\tau_c = 12\,kPa$; $\tau_d = 10\,kPa$; $\Delta t = 0.0001s$.

Amplitudasi $v_{gm} = 0.19\,m/s$ ga teng bo‘lgan garmonik to‘lqin quyidagi tezlik bo‘yicha bo‘ylama tarqalayotgan bo‘lsin: $v_g = v_{gm}\cos[\pi(t - x/c_g)/t_0]H(t - x/c_g)$. Bu yerda $H(t)$ – Heaviside funksiyasi, $t_0 = 0.165\,s$ esa zilzila seysmogrammasining dominant yarim davriga mos keluvchi vaqt.

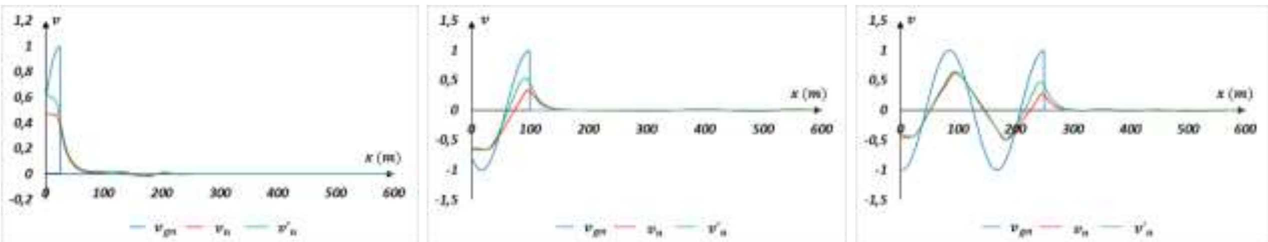
2-rasmda ε_{gn}-grunt zarralarining va quvurning mos ravishda ikkala model bo‘yicha normallashtirilgan deformatsiyalari grafigi keltirilgan. ε'_n - esa quvurning grunt bilan o‘zaro ta’siri strukturali buzilish modeldagi normallashtirilgan deformatsiyasini, ε_n- quvurning grunt bilan o‘zaro ta’siri ideal elastik-plastik modeldagi normallashtirilgan deformatsiyasini ifodalaydi.



(a) (b) (c)

2-rasm. *Grunt zarralarining va quvurning mos ravishda ikkala model bo‘yicha normallashtirilgan deformatsiyalarining t=0.05 s (a), t=0.2 s (b) и t=0.5 s (c) vaqtlardagi grafigi.*

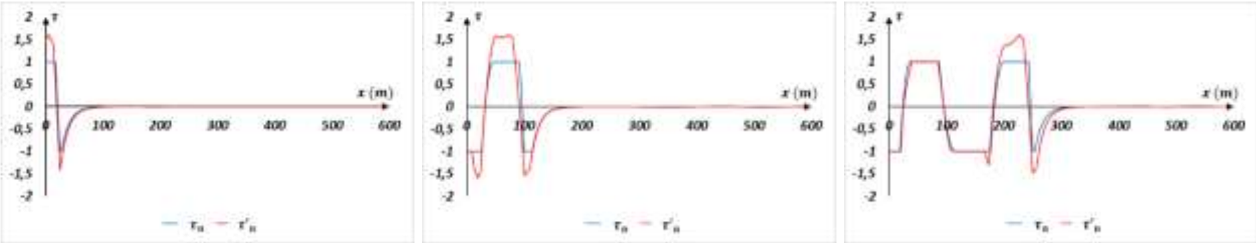
3-rasmda v_{gn}-grunt zarralarining va quvurning mos ravishda ikkala model bo‘yicha normallashtirilgan tezligi grafigi keltirilgan. v'_n - quvurning grunt bilan o‘zaro ta’siri strukturali buzilish modelidagi normallashtirilgan tezligini, v_n- esa quvurning grunt bilan o‘zaro ta’siri ideal elastik-plastik modelidagi normallashtirilgan tezligini ifodalaydi.



(a) (b) (c)

3-rasm. Grunt zarralarining va quvurning mos ravishda ikkala model bo‘yicha normallashtirilgan deformatsiyalarining t=0.05 s (a), t=0.2 s (b) и t=0.5 s (c) vaqtlardagi grafigi.

4-rasmda mos ravishda ikkala model bo'yicha normallashtirilgan urinma kuchlanishlar grafigi keltirilgan. τ'_n - quvurning grunt bilan oʻzaro ta'siri strukturali buzilish modelidagi normallashtirilgan kechlanishni, τ_n - esa quvurning grunt bilan oʻzaro ta'siri ideal elastik-plastik modelidagi normallashtirilgan kuchlanishni ifodalaydi.



(a) (b) (c)

4-rasm. Grunt zarralarining va quvurning mos ravishda ikkala model boʻyicha normallashtirilgan urinma kuchlanishlarining t=0.05 s (a), t=0.2 s (b) и t=0.5 s (c) vaqtlardagi grafigi

Xulosa. Grunt bilan oʻzaro ta'siri strukturaviy buzilish koʻrinishida boʻlgan yer osti quvurida seysmik toʻlqinlar tarqalishining nostatsionar masalasi oshkor chekli ayirmalar usulida yechilgan. Oʻzaro ta'siri chiziqli boʻlmagan model chiziqli boʻlak modellar bilan approksimatsiya qilindi. Olingan natijalar ideal elastik-plastik model boʻyicha olingan natijalar bilan grafiklar asosida tahlil qilindi. Garmonik koʻrinishdagi seysmik toʻlqin uchun tezlik va urinma kuchlanishini hisoblash natijalari olindi. Grafiklardan shuni koʻrish mumkinki, quvurdagi boʻylama tarzda tarqalayotgan seysmik toʻlqin frontining orqa qismida ma'lum miqdordagi farqni koʻrish mumkin. Bu farq jarayon quruq ishqalanish holatiga oʻtganda kamayib, nolga yaqinlashib boradi. Gruntdagi toʻlqin frontining ortida yarim davridan soʻng ikkala modellarda hisoblangan natijalar deyarli ustma-ust tushadi. Demak uzun toʻlqinlar uchun grunt bilan yer osti quvuri oʻzaro ta'sirini ideal elastik-plastik model orqali hisoblash yetarli boʻladi, bunda ishqalanishga oʻtish uchun yetarli shart bajarilishi zarur. Bundan tashqari, shuni ham aytish joizki, seysmik toʻlqinlar ta'sirida boʻlgan yer osti quvurining holati gruntning chiziqli boʻlmagan xususiyati va grunt orqali uzatiladigan seysmik ta'sirlarning intensivligiga bogʻliq.

Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati

1. Рашидов Т. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений // Ташкент: Фан, 1973. -180 с.

2. Muravyeva L. and Vatin N. Risk Assessment for a Main Pipeline under Severe Soil Conditions on Exposure to Seismic Forces // Appl. Mech. Mater., 2014.

4. Sultanov K. and Vatin N. Wave Theory of Seismic Resistance of Underground Pipelines // Appl. Sci. **11**, 1797, 2021.

5. Массарш К. Р. Деформационные свойства мелкозернистых грунтов на основе показателей сейсмических испытаний // Реконструкция городов и геотехническое строительство, №9, 2005. с.203-220.

6. Mirzaev I. and Shomurodov J. F. Wave processes in an extended underground pipeline interacting with soil according to the model of an "ideal elastoplastic body" // J. Phys. Conf. Ser. **1902**, 2021.

7. Khusanov B. and Rikhsieva B. Thickness dimensions of the contact layer of soil-rigid body interaction // E3S Web Conf. 2019.

8. И. Мирзаев, Ж. Ф. Шомуродов математическое моделирование сейсмодинамикипротяженного трубопровода в разжижаемом грунте // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики, Воронеж, Издательство «Научно-исследовательские публикации», 2022.

AES TURBOAGREGATINI QURUQ ISHQALANISH YORDAMIDA SEYSMIK IZOLYATSIYA QILISH

f.m.f.d., prof. Mirzayev Ibraxim,
tayanch doktarant Turdiyev Malikjon Sayfiddin o'g'li
Toshkent davlat transport universiteti (Toshkent, O'zbekiston)
e-mail: ibrakhim.mir@mail.ru

***Annotatsiya**: Quruq ishqalanish printsipidan foydalangan holda seysmik izolyatsiya mavjud bo'lgan inshootlarning seysmodinamikasi masalalarini yechishning yangi algoritmi taklif qilingan. Uch xil zilzila ta'sirida seysmik izolyatsiyaga ega AES turbina blokining tebranishlarini hisoblash akselerogramma yozuvlari bo'yicha amalga oshirildi. Konstruktsiya asosi va turbina blokining siljishlari va tezlanishlari berilgan. Seysmik izolyatsiyadan foydalanilganda turbina blokining tezlashishini kamaytirish darajasi ko'rsatilgan.*

***Kalit so'zlar:** Quruq ishqalanish; ftoroplast; seysmoizolyatsiya; turboagregat..*

Ushbu ishda tadqiqot obyekti siljuvchan poydevordagi turboagregat, tadqiqot mavzusi esa turboagregatning seysmik izolyatsiyasidir, ya'ni uning zilzila paytidagi tezlanishini kamaytirish. Turboagregat Atom elektr stansiyasi (AES) qurishda asosiy rol o'ynaydi va uni yer qimirlashidan himoya qilish muhim vazifa hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi uchun bu vazifa aktual hisoblanib, hozirda Jizzax viloyatida Rossiyalik mutaxassislar tomonidan AES qurilishi va ishga tushirilishi rejalashtirilmoqda. O'zbekiston seysmoaktiv hudud hisoblanadi. AES seysmoizolyatsiyasi ko'pgina tadqiqotchilar tomonidan turli modellar orqali o'rganilgan. Ish tahlili [3] da berilgan. Aytish joizki, quruq ishqalanishli dinamik masala nochiziqli masala hisoblanadi. Ko'p hollarda tadqiqotchilar masalani soddalashtiradi va chiziqli yoki bechiziqli masalaga olib keladi. Ushbu ishda quruq ishqalanishli konstruktsiyani hisoblashning nochiziqli dinamik masalasi yechimining sonli algoritmi taklif qilingan.

Konstruksiya asosining gorizontal harakati haqiqiy yer tebranishi seysmogrammasi ko'rinishida berilgan bo'lsin. Konstruksiya asosi bilan poydevori orasida maxsus material ko'rinishidagi yoki tekis slaydir yordamida seymoizolyatsiya qilingan bo'lsin. O'zaro harakatdagi asos va poydevor Kulonning quruq ishqalanishi modeliga keladi.

Konstruksiyaning gorizontal siljishdagi harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi [1].

$$[M]\cdot\{\ddot{U}\}+[C]\cdot\{\dot{U}\}+[K]\cdot\{U\}=\{Q(t)\}, \tag{1}$$

$$t=0 \text{ da } \{U\}=0, \quad \{\dot{U}\}=0,$$

bu yerda $[M]$ – massalarning diagonal matritsasi, $[K]$ – bikrlik matritsasi, $[C]=\alpha\cdot[M]+\beta\cdot[K]$ – qovushqoqlik matritsasi, $\{U\}$ – ko'chish vektori. M_0 massali poydevorning asos bilan sirpanishdagi shartlari:

$$u_0=u_g-u_r, \text{ agar } |F_0|<|F_{fr}| \text{ bo'lsa, birgalikda harakat qiladi,} \tag{2}$$

$$F_0=F_{fr}, \text{ da sirpanadi,} \tag{3}$$

bu yerda u_0 – poydevorning gorizontal ko'chishi; u_g – asosning ko'chishi; u_r – poydevorning asosga nisbatan ko'chishi, ularning birgalikdagi harakatida bu qiymat o'zgarmaydi (boshlang'ich vaqtda $u_r=0$); F_0 – asos va poydevor orasidagi kuchning noma'lum qiymati;

$F_{fr} = sign(\dot{u}_g - \dot{u}_0)\cdot f \cdot P$ – quruq ishqalanish kuchi qiymati; f – quruq ishqalanish koeffitsiyenti; P – konstruksiyaning og'irligi.

Birgalikdagi harakatdagi ko'chish u_0 (2) tenglama orqali hisoblanadi va poydevor tepasidagi M_1 massa harakati tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$M_1\ddot{u}_1 + k_1u_1 + c_1\dot{u}_1 - k_2(u_2 - u_1) - c_2(\dot{u}_2 - \dot{u}_1) = k_1u_0 + c_1\dot{u}_0.$$

$Q_1 = k_1u_0 + c_1\dot{u}_0$ holda, $\{Q\}$ vektorning qolgan elementlari nolga teng.

Quruq ishqalanishli sirpanish faqatgina (3) shart bajarilganda sodir bo'ladi. Ko'rib chiqilayotgan (1), (2), (3) masalalar nochiziqli masalalar bo'lib, noma'lum F_0 funktsiyani hisoblash uchun hech qanday shartlar mavjud emas va biz ushbu funktsiyani hisoblashning hojati yo'qligini ko'rsatamiz. Sirpanish faqat poydevor kerakli nisbiy inertsiya kuchini olganida va poydevorning tezlashishi nisbiy kamayganida sodir bo'lishi mumkin. Shuning uchun kuchsiz zilzilalar paytida sirpanuvchi poydevor ishlamaydi yoki samarasi kichik bo'ladi. Bu dinamik jarayonda $[M]$ va $[K]$ matritsalar o'lchami o'zgaradi. Sirpanishda M_0 massa tenglamasi ushbu ko'rinishni oladi:

$$M_0\cdot\ddot{u}_0 - k_1(u_1 - u_0) - c_1(\dot{u}_1 - \dot{u}_0) = F_{fr},\ \text{bunda}\ Q_0 = F_{fr}.$$

Masalani yechishda quyidagi algoritmdan foydalanamiz. Har bir qadamda masalani uch shartda hisoblaymiz [2]:

1. (1) tenglamani (2) shartga ko'ra yechamiz;
2. (1) tenglamani (3) shartga ko'ra yechamiz, bunda $F_0 = f\cdot P$;
3. (1) tenglamani (3) shartga ko'ra yechamiz, bunda $F_0 = -f\cdot P$.

$[M]$ va $[K]$ matritsalar birinchi shartda $m\times m$ o'lchamda bo'ladi (m - konstruksiya qavatlari soni). Ikkinchi va uchinchi shartlarda $(m+1)\times(m+1)$ bo'ladi. Ushbu uchta yechimdan haqiqiy yechimni tanlash quyidagicha amalga oshiriladi. Agar masalalarning ikkinchi va uchinchi shartlaridagi nisbiy tezliklar $\dot{u}_g - \dot{u}_0$ har xil ishoralarga ega bo'lsa, to'g'ri yechim birinchi shartdagi masalaning yechimidir, chunki quruq ishqalanish kuchi poydevorni turli yo'nalishlarda harakatga keltiradi va shuning uchun noma'lum kuch quruq ishqalanish kuchining chegara qiymatidan kamroq, ya'ni sirpanish yo'q. Agar masalalarning ikkinchi va uchinchi shartlaridagi nisbiy tezliklar bir xil ishoraga ega bo'lsa, unda nisbiy tezlikning absolyut qiymati eng kichik bo'lgan shartdagi yechim haqiqiy yechim hisoblanadi, chunki quruq ishqalanish kuchi har doim nisbiy harakatga qarshi yo'nalgan bo'ladi. Uchala masala ham Nyumark usulida yechiladi [4].

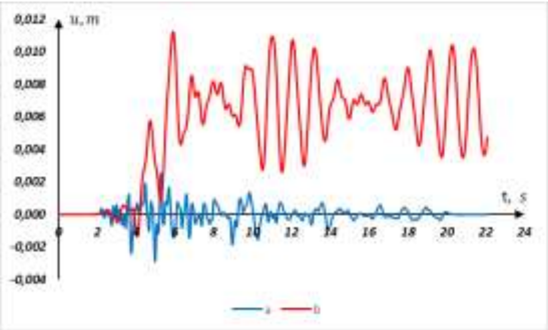
Natijalarni AES turboagregatining seysmik izolyatsiyasi misolida qaraymiz [3]. Konstruksiyaning xarakteristikalari hamda kuchli zilzila seysmogrammalari berilgan bo'lsin [5]:

1. Cairano 3 – 000319 (16.01.1981 y, MSK-64 da 8 ballik, maksimal tezlanishi – 1.47 m/s^2, maksimal ko'chishi – 0.0029 m, qadam qiymati – 0.005 s, davomiyligi – 22.175 s);
2. Tolmezzo-Diga Ambiesta – 000055 (06.05.1976 y, MSK-64 da 9 ballik, maksimal tezlanishi – 3.35 m/s^2, maksimal ko'chishi – 0.039 m, qadam qiymati – 0.005 s, davomiyligi – 46.535 s);
3. Gazli – 000074 (17.05.1976 y, MSK-64 da 10 ballik, maksimal tezlanishi – 7.23 m/s^2, maksimal ko'chishi – 0.1827 m, qadam qiymati – 0.005 s, davomiyligi – 28 s).

Turboagregatning massasi $2.5\cdot10^6$ kg, turboagregat poydevorining massasi $5.0\cdot10^6$ kg. Turboagregat va poydevor orasidagi harakatga ekvivalent prujinaning bikrligi $1.0\cdot10^8$ N/m ni tashkil qiladi. Poydevorlar orasidagi quruq ishqalanish koeffitsienti 0.025 va 0.05.

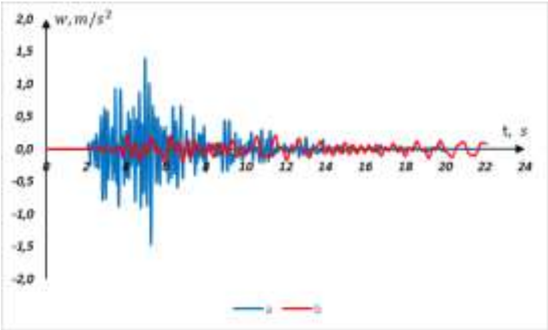
Quruq ishqalanishli masalalarni sonli hisoblashda yetarli aniqlikni ta'minlash uchun vaqt bosqichini tanlash kerak. Bizning hisoblashda vaqt qadami 0.001 s qilib tanlangan.

№1: 8 ballik. 1-rasmda asos va turboagregatning ko’chishlari taqqoslangan, 2-rasmda esa mos keladigan tezlanishlar ko'rsatilgan. Quruq ishqalanish koeffitsiyenti f=0.025. Turboagregatning nisbatan kattaroq siljishi ma'lum bo'ldi, ammo uning tezlanishi kichik qiymatga ega, tezlanishning maksimal qiymati asosning maksimal tezlanishidan 6.6 barobar kam.



1-rasm.

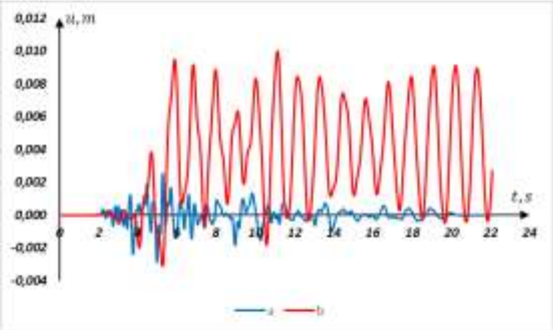
a: u_{max}= 0.00287 m; b: u_{max}= 0.0112 m



2-rasm

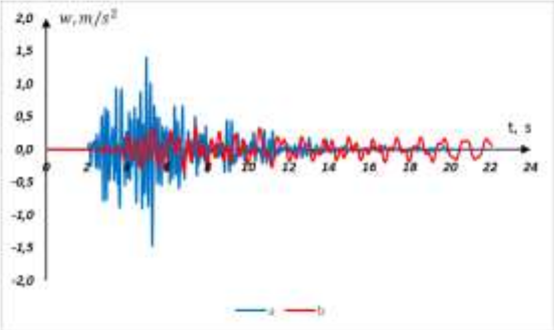
a: w_{max}= 1.47 m/s^2; b: w_{max}= 0.224 m/s^2

№1: 8 ballik. 3-rasmda asos va turboagregatning ko’chishlari taqqoslangan, 4-rasmda esa mos keladigan tezlanishlar ko'rsatilgan. Quruq ishqalanish koeffitsienti f=0.05. Turboagregatning nisbatan kattaroq siljishi ma'lum bo'ldi, ammo uning tezlanishi kichik qiymatga ega, tezlanishning maksimal qiymati asosning maksimal tezlanishidan 4 baravar kam.



3-rasm

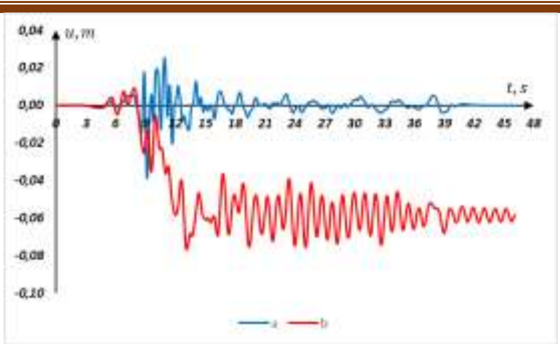
a: u_{max}= 0.00287 m; b: u_{max}= 0.00199 m



4-rasm

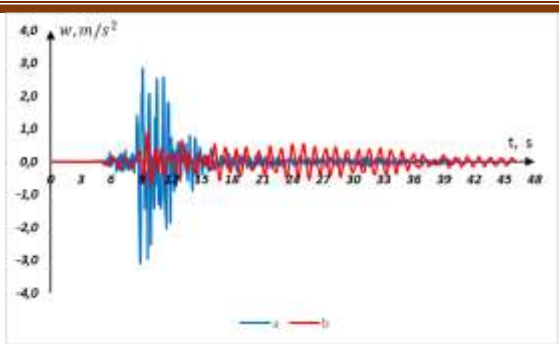
a: w_{max}= 1.47 m/s^2; b: w_{max}= 0.352 m/s^2

№2: 9 ballik. 5-rasmda asos va turboagregatning ko’chishlari taqqoslangan, 6-rasmda esa mos keladigan tezlanishlar ko'rsatilgan. Quruq ishqalanish koeffitsienti f=0.025. Turboagregatning nisbatan kattaroq siljishi ma'lum bo'ldi, ammo uning tezlanishi kichik qiymatga ega, tezlanishning maksimal qiymati asosning maksimal tezlanishidan 3.6 barobar kam.



5-rasm

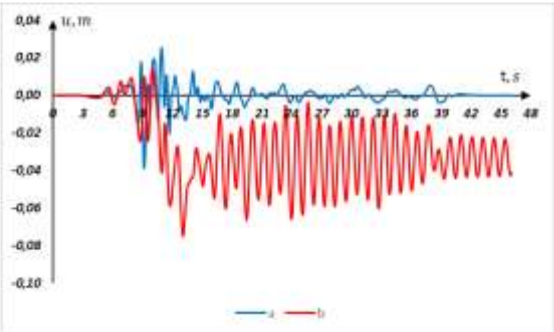
a: u_{max}= 0.0388 m; b: u_{max}= 0.0768 m



6-rasm

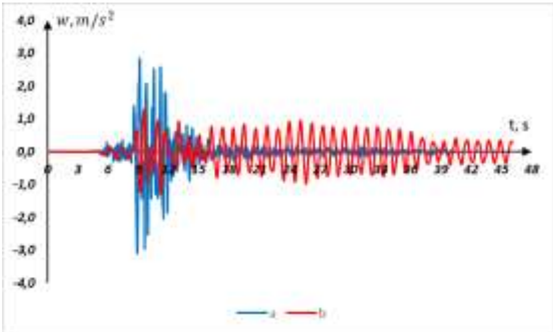
a: w_{max}= 3.09 m/s^2; b: w_{max}= 0.862 m/s^2

№2: 9 ballik. 7-rasmda asos va turboagregatning ko'chishlari taqqoslangan, 8-rasmda esa mos keladigan tezlanishlar ko'rsatilgan. Quruq ishqalanish koeffitsienti f=0.05. Turboagregatning nisbatan kattaroq siljishi ma'lum bo'ldi, ammo uning tezlanishi kichik qiymatga ega, tezlanishning maksimal qiymati asosning maksimal tezlanishidan 2.4 barobar kam.



7-rasm

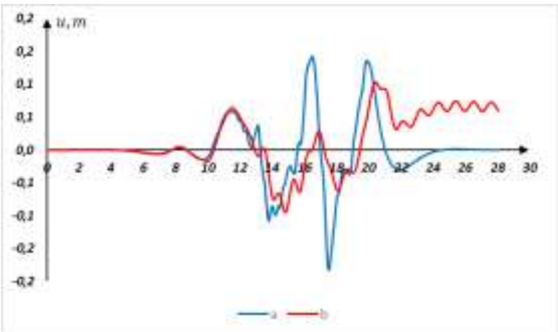
a: u_{max}= 0.0388 m; b: u_{max}= 0.075 m



8-rasm

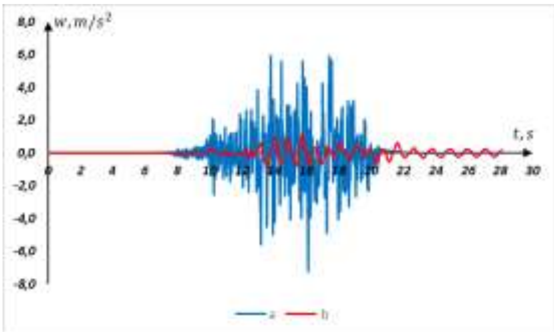
a: w_{max}= 3.09 m/s^2; b: w_{max}= 1.29 m/s^2

№3: 10 ballik. 9-rasmda asos va turboagregatning ko'chishlari taqqoslangan, 10-rasmda esa mos keladigan tezlanishlar ko'rsatilgan. Quruq ishqalanish koeffitsienti f=0.025. Turboagregatning nisbatan kattaroq siljishi ma'lum bo'ldi, ammo uning tezlanishi kichik qiymatga ega, tezlanishning maksimal qiymati asosning maksimal tezlanishidan 6.5 barobar kam.



9-rasm

a: u_{max}= 0.183 m; b: u_{max}= 0.103 m



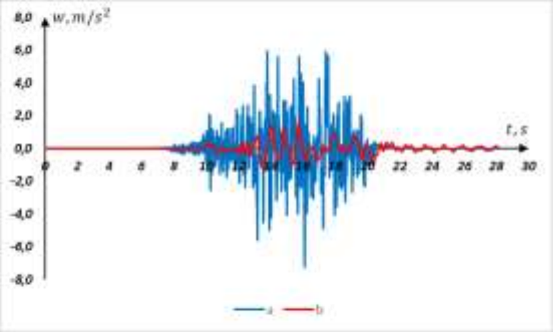
10-rasm

a: w_{max}= 7.23 m/s^2; b: w_{max}= 1.12 m/s^2

№3: 10 ballik. 11-rasmda asos va turboagregatning ko'chishlari taqqoslangan, 12-rasmda esa mos keladigan tezlanishlar ko'rsatilgan. Quruq ishqalanish koeffitsienti f=0.05. Turboagregatning nisbatan kattaroq ko'chishi ma'lum bo'ldi, ammo uning tezlanishi kichik qiymatga ega, tezlanishning maksimal qiymati asosning maksimal tezlanishidan 4.6 barobar kam.

11-rasm

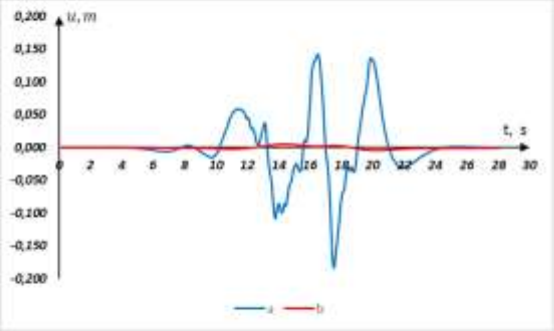
a: u_{max}= 0.183 m; b: u_{max}= 0.156 m



12-rasm

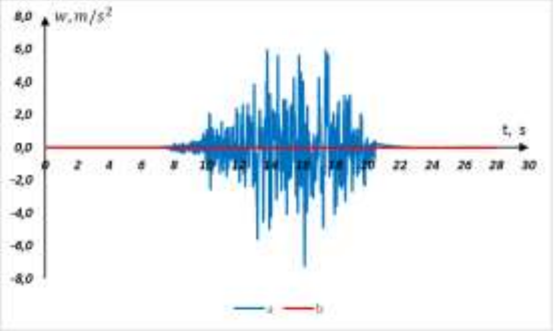
a: w_{max}= 7.23 m/s^2; b: w_{max}= 1.57 m/s^2

№3: 10 ballik. 13-rasmda asos va turboagregatning ko’chishlari taqqoslangan, 14-rasmda esa mos keladigan tezlanishlar ko'rsatilgan. Bu rasmlar chiziqli nazariyaga ko'ra hisob-kitoblarning natijalarini ko'rsatadi, ishqalanish jarayoni kuchsiz prujina bilan almashtirilgan, quruq ishqalanish printsipiga ko'ra konstruktsiyaning poydevor bilan o'zaro ta'siri dinamik jarayoniga mos kelmaydi. Mos ravishda 11 va 12 rasmlar bilan solishtirganda bunday modellashtirish xatoligi ko’rinadi.



13-rasm

a: u_{max}= 0.183 m; b: u_{max}= 0.00499 m



14-rasm

a: w_{max}= 7.23 m/s^2; b: w_{max}= 0.0112 m/s^2

Xulosa. Konstruksiyalarni seysmik izolyatsiyalash uchun ishlatiladigan tekis slayderlar, quruq ishqalanish koeffitsiyenti va seysmik ta'sirning harakteriga qarab, ya'ni intensivlik va chastota tarkibi bo'yicha hamda konstruktsiyaning massasiga qarab, maksimal tezlanish qiymatini bir necha marta kamaytirishga imkon beradi. Hisoblashda Kulon quruq ishqalanish modeli o'rniga chiziqli o'zaro ta'sir modelidan foydalanish noto'g'ri natijalarga olib keladi. Seysmoizolyatsiya uchun qanday slayderni tanlash bo’yicha xulosaga kelish uchun inshoot qurilishi mo’ljallangan joyga moslab zilzila yozuvlari to’plamini tanlab, hisob-kitoblar asosida amalga oshiriladi.

Adabiyotlar ro’yxati

[1] Mirzaev I, Turdiyev M S 2021 Vibrations of Buildings with Sliding Foundations under Real Seismic Effects *Construction of Unique Buildings and Structures* Volume 94 Article No 9407 DOI: 10.4123/CUBS.94.7

[2] Ibrakhim Mirzaev, Anvar Yuvmitov, Malikjon Turdiev and Jakhongir Shomurodov 2021 Influence of the Vertical Earthquake Component on the Shear Vibration of Buildings on Sliding Foundations E3S Web of Conferences 264, 02022 DOI: org/10.1051/e3sconf/202126402022

[3] Tarasov, V A 2020 Double Seismic Insulation System of Turbine Unit Foundation

Construction of Unique Buildings and Structures Volume 91 Article No 9101. doi: 10.18720/CUBS.91.1
[4] Chopra, K.A. Dynamics of structures. Fourth Edi . USA, Berkeley, Prentice Hall, One Lake Street, Upper Saddle River, NJ 07458, 2012. 980 p. ISBN:0-13-855214-2. URL: http://faculty.tafreshu.ac.ir/file/download/course/1587566331-dynamic.of.structures.chopra.4th-www.ucivil.ir.pdf.
[5] Ambraseys, N.N., Smit, P., Douglas, J., Margaris, B., Sigbjörnsson, R., Ólafsson, S., Suhadolc, P., Costa, G. Internet site for European strong-motion data. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata. 2004. 45(3). URL: http://www.isesd.hi.is/ESD_local/frameset.htm

MUNTAZAM VA YARIM MUNTAZAM KO'PYOQLI SIRTLAR.

L. G'. Jo'rayev – JDPI (O'qituvchi), Jizzax, O'zbekiston.

YU. S .O'roqova – JDPI (magistr), Jizzax, O'zbekiston.

J. Q. Xudoyberdiyev - JDPI (magistr), Jizzax, O'zbekiston.

Annotatsiya: Maqolada muntazam va yarim muntazam ko'pyoqli sirtlar o'rganilgan. Muntazam ko'pyoqli sirtlarning beshtadan ortiq turi mavjud emasligi isbot qilingan. Yarim muntazam ko'pyoqli sirtlardan kesilgan tetraedr, kesilgan oktaedr va kesilgan ikosododekaedrlarning asosiy geometrik invariantlari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Ko'pyoqli sirt, yassi va ko'pyoqli burchaklar, to'la egrilik, Eyler xarakteristika, kesilgan tetraedr, kesilgan oktaedr, kesilgan ikosododekaedr.

1– tarif. Barcha yoqlari o'zaro teng muntazam ko'pburchaklardan tashkil topgan qavariq ko'pyoqqa – muntazam ko'pyoqli sirt deb ataladi.

Ma'lumki, muntazam ko'pyoqli sirtlarning beshta turlari bor. Ular tetraedr, geksaedr, oktaedr, dodekaedr va ikosaedrlardan iborat. Muntazam ko'pyoqli sirtlarning beshtadan ortiq turi mavjudmi?. Albatta yo'q. Buni quyidagicha isbotlash mumkin. x- bilan muntazam ko'pburchak sonini, y- bilan esa uning burchaklari sonini belgilaylik. Agar $x = y$ bo'lsa, muntazam uchburchak hosil bo'ladi. Ma'lumki, qavarriq muntazam ko'pburchak ichki burchaklari yig'indisi $180(y-2)$ ga teng. Agar $180(y-2)$ ifodani y ga bo'lsak, muntazam ko'pburchakning bitta burchagi hosil bo'ladi. Agar $\frac{180(y-2)}{y}$ ifodani x- ga ko'paytirsak, yna ko'pburchakning jami ichki burchaklari yig'indisi hosil bo'ladi. U holda

$$\frac{180(y-2)}{y} \bullet x < 360^0, \quad \frac{x(y-2)}{y} < 2, \quad (x-2)(y-2) < 4.$$

Oxirgi tengsizlikdagi x va y lar o'rinlariga 5 dan katta sonni qo'yish mumkin emas. Agar ko'pyoqli sirtlar har xil muntazam ko'pburchaklardan tashkil topgan bo'lsa, ular yarim muntazam ko'pyoqli sirtlar deb ataladi.

Kesilgan tetraedr –Yarim muntazam ko'pyoqli sirt bo'lib, uning ixtiyoriy uchida bitta muntazam uchburchak va ikkita muntazam oltiburchak uchlari joylashgan. Shuning uchun uning har bir uchidagi yassi burchaklari $\frac{\pi}{3}, \frac{4\pi}{3}, \frac{4\pi}{3}$ ga teng. Kesilgan tetraedrning ixtiyoriy uchidagi ko'pyoqli burchaklari o'zaro teng bo'lib, $\alpha = \frac{\pi}{3} + 2 \cdot \frac{4\pi}{3} = \frac{9\pi}{6} = 3\pi$ ga teng. U holda uning har bir uchidagi egriligi $k = 2\pi - \alpha = 2\pi - 3\pi = -\pi$ ga teng. Kesilgan tetraedrning $B = 12$ ta uchlari, $\Gamma = 8$ ta yoqlari hamda $P = 18$ ta qirralari bo'lib, uning Eyler xarakteristikasi $\chi(F) = 12 + 8 - 18 = 2$ ga teng. Bundan uning to'la egriligi $T(k) = 2\pi \cdot \pi = 4\pi$ ga teng ekanligi kelib chiqadi. Kesilgan oktaedr –yarim muntazam ko'pyoqli sirt bo'lib, uning ixtiyoriy uchida bitta kvadrat hamda ikkita muntazam oltiburchak uchlari joylashgan. Kesilgan oktaedr ikkita muntazam Platon ko'pyoqli sirtlaridan oktaedr va kublarning kesishmasidan hosil bo'lgan. Uning 8 ta oltiburchakli yoqlari oktaedrga va 6 ta kvadratli yoqlari geksaedrga tegishlidir. Kesilgan oktaedrni oktaedr yoqlarida muntazam oltiburchaklar hosil qiladigan tekisliklar bilan kesishdan hosil qilish mumkin. Ko'pgina manbalarda kesilgan oktaedr Kelvin yoki Fyodorovlarning kubooktaedrlari nomi bilan ham ataladi. Kesilgan oktaedrning $B = 24$ ta uchlari, $\Gamma = 14$ ta yoqlari hamda $P = 36$ ta qirralari bo'lib, $\chi(F) = 24 + 14 - 36 = 2$ ga teng. Uning to'la egriligi $T(k) = 4\pi$. Kesilgan ikosododekaedr – yarim muntazam ko'pyoqli sirt bo'lib, uning har bir uchida ikkita muntazam uchburchak hamda ikkita muntazam beshburchaklarning uchlari joylashgan. Uning 12 ta beshburchakli yoqlari dodekaedr yoqlariga, 20 ta uchburchakli yoqlari ikosaedr yoqlariga tegishlidir. Ikosododekaedrning har bir uchidagi yassi burchaklari $\frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{3}, \frac{3\pi}{5}$ *va* $\frac{3\pi}{5}$ ga teng. Shuning uchun uning ixtiyoriy uchidagi yassi burchaklari o'zaro teng bo'lib, $\alpha = 2 \cdot \frac{\pi}{3} + 2 \cdot \frac{3\pi}{5} = \frac{28\pi}{15}$ ga teng. U holda har bir uchidagi egriligi $k = 2\pi - \frac{28\pi}{15} = \frac{2\pi}{15}$ ga teng. Ikosododekaedrning $B = 30$ ta uchlari, $\Gamma = 32$ ta yoqlari hamda $P = 60$ ta qirralari bo'lib, Eyler xarakteristikasi $\chi(F) = 30 + 32 - 60 = 2$ ga teng bo'lib, to'la egriligi $T(k) = 4\pi$ ga teng.

Adabiyotlar.

[1]. Vasileva M. N. " Geometriya odnosvyaznix mnogogrannix poverxnostey Keplera - Puanso". RGPU im. A. I. Gersina, 2017.

[2]. Danilova O. . " Geometriya neodnosvyaznix mnogogrannix poverxnostey Keplera - Puanso". RGPU im. A. I. Gersina, 2017.

MURAKKAB FOIZLARNING AMALIY MASALALARIGA TADBIQLARI.

Parmonov H. F. Sayfullayeva Sh.Sh.

Buxoro davlat universiteti fizika-matematika fakulteti o'qituvchisi

Buxoro davlat universiteti fizika-matematika fakulteti talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada umumiy o'rta ta'lim matematika fanida murakkab foiz mavzusiga doir masalalarning amaliy tadbiqlari keltirilgan.

Kalit so'zlar: foiz ,murakkab foiz, miqdor,qiymat

Mamlakatimiz o’quvchi yoshlari qo’llab quvvatlash, ularning iqtidorini ro’yobga chiqarish, ilm tadqiqot va innovatsion faoliyatni samarali yo’lga qo’yish uchun qo’shimcha shart sharoitlar yaratish borasida izchil chora-tadbirlar amalga oshirilib kelinmoqda.

Hozirgi kunda ta’lim tizimiga bir qancha o’zgarishlar kiritildi. Xususan maktab ta’limining 11 yillik tizimini joriy etilib, natijada o’quv darsliklardagi mavzular ko’lami yanada kengaytirildi. Bugungi kunda zamon talabiga javob beruvchi kuchli salohiyatli yosh kadrlarini ulg’aytirish maqsadida bu mavzularning nafaqat ko’lami balki mukammalligini oshiradi. Ayniqsa matematika fani, o’quvchilarning kelajakda qaysi soha vakili bo’lishidan qat’iy nazar, ularga as qotadigan, kerak bo’ladigan bir qancha yangi mavzular bilan boyitildi. Bu mavzular orasida murakkab foiz tushunchasi ham mavjud. Tadbirkorlikni rivojlantirishga katta e’tibor qaratilgan bizning zamonimizda bu tushunchani bilmaslik, unga zarurat sezmaslik mumkin emas. Ayniqsa tadbirkor yoshlarning faoliyatini rivojlantirishda matematikaning barcha mavzulari singari, foiz tushunchasi ham muhim rol o’ynaydi. Foiz biror bir qilingan ishning natijasini baholashda, taqqoslash qulaylikni yaratishda ayniqsa ko’p foydalaniladi. Shuning uchun ham bu tushuncha uni o’rganish dolzarbdir.

Ko`rinib turibdiki, protsentdan har bir kishi u tadbirkormi, biznesmenmi yoki oddiy talaba hayotida foydalanishi mumkin! Bugunki kunda davlatimiz tomonidan yurtdoshlarimizga tahsinga sazovor qulayliklar , imkoniyatlar yaratib berilmoqda. Uzoq muddatli, kam foizli kreditlarning xalqimiz uchun ajratilishi, ularning turli muammolarini yengillashtiriyapti. Tadbirkorlik kreditlari, ta`lim kreditlari, uy- joy kreditlari hamda iste'mol kreditlari bularga misoldir. Yaratilayotgan shu kabi ajoyib imkoniyatlarni ko`rib bilish uchun ham, ularning afzalligini anglab yetish va eng asosiysi ulardan samarali foydalana olishimiz va biror bir muammolarni yechish uchun ham albatta biz protsent tushunchasini , uni to`g`ri hisoblashni bilishimiz kerak.

“Protsent” so’zi (lotincha procentum - yuzdan bir) ikki xil ma’noda qo’llaniladi. **Birinchisi**- matematik ma’nosini qandaydir miqdorning yuzdan bir qismi, abstrakt holda sonning yuzdan bir qismi.

Masala: 36 sonning 2 protsenti (foiz)

Yechish: $\frac{2}{100} \cdot 36 = 0.72$

Ikkinchisi-Iqtisodiy ma’nosi bu qarz beruvchi (kreditor) tomonidan qarz oluvchi (debitor)ga taklif etilgan ssuda, kredit uchun foydalaniladigan to’lovni ifoda etadi.

To’lov qiymati odatda qarz miqdoridan olinadigan “protsent” sifatida aniqlanadi.

Masalan, agar korxona 5000000 so’m 12 foizli kreditor olgan bo’lsa, iqtisodiy ma’noda to’lov miqdori

$$\frac{12}{100} \cdot 500000 = 600000$$

Faraz qilaylik, D mln so'm miqdordagi investitsiyadan quyidagicha mablag' keladigan bo'lsin: 3 oydan so'ng A mln so'm 8 oydan so'ng B mln so'm va ikki yil mobaynida har oyda C mln so'm. Investitsiyaning daromadliligi yillik murakkab protsent stavkasi bo'yicha qanday bo'ladi? Degan savolga javob berishdan oldin quyidagi:

Murakkab foizlar formulalar.

Murakkab foizlar tushunchasi. Agar berilgan son har yili (oy kun, …) ko'paysa (kamaysa) o'sish, pasayish bilan p % ortadi, yani yil o'sishi dastlabki qiymatiga qo'shilsa yoki keying yil uchun foizlar hisoblansa qiymatdan hisoblansa quyidagilar o'rinli bo'ladi:

A sonning B foizi:	$x = \frac{A \cdot P}{100}$
P foiz A ga teng bo'lgan son:	$x = \frac{A \cdot 100}{P}$
A soni B sonining necha protsenti ekanligi, ya'ni A va B sonlarining protsent nisbati:	$x = \frac{A}{B} \cdot 100\%$
A va B soni necha foizi ortiq:	$x = \left(\frac{A}{B} - 1\right) \cdot 100\%$
A va B soni necha foizi kam:	$x = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \cdot 100\%$
A soni P % oshganda:	$x = A\left(1 + \frac{P}{100}\right)$
A soni P % kamayganda:	$x = A\left(1 - \frac{P}{100}\right)$
A soni ketma-ket P% dan n marta oshganda:	$x = A(1 + \frac{P}{100})^n$
A soni ketma-ket P% dan n marta kamayganda:	$x = A(1 - \frac{P}{100})^n$
A soni k% ga oshdi, keyin yana t% ga oshsa:	$x = A\left(1 + \frac{k}{100}\right)(1 + \frac{t}{100})$
A soni k% ga oshdi, keyin t% ga kamaysa:	$x = A\left(1 + \frac{k}{100}\right)(1 - \frac{t}{100})$
A soni k% ga kamaysa, keyin t% ga yana kamaysa:	$x = A\left(1 - \frac{k}{100}\right)(1 - \frac{t}{100})$
A soni k% ga kamaysa, keyin t % ga yana oshdi:	$x = A\left(1 - \frac{k}{100}\right)(1 + \frac{t}{100})$

Yuqoridagi murakkab foizli masalaning yechimini topishning birorta formulasini isbotini ko`rib chiqamiz.

A soni k% ga kamaysa, keyin esa t% ga oshsa

$$A(1 - \frac{k}{100})(1 + \frac{t}{100})$$

bo’ladi .

Isbot: Berilgan A soni k% ga kamaysa $A-\frac{Ak}{100}=A(1-\frac{k}{100})$, keyin esa t% ga oshdi, va

$$A\left(1-\frac{k}{100}\right)+A(1-\frac{k}{100})\frac{t}{100}$$

ga teng bo’ldi. Natijani soddalashtirganimizda quyidagi tenglik hosil bo`ladi:

$$A(1-\frac{k}{100})(1+\frac{t}{100})$$

Masala:

1. Chorshanba kuni kompaniyaning aksiyalari ma'lum miqdorda foizga oshdi va payshanba kuni ular bir xil sonda foizga tushib ketdi. Natijada chorshanba kuni savdolar ochilishiga qaraganda, ular 64% arzonroq narxga ega bo'lishdi. Chorshanba kuni kompaniyaning aktsiyalari qaysi foizga oshdi?

   Yechish:

   Murakkab foiz formulalaridan foydalanamiz.

$$A\left(1+\frac{p}{100}\right)\left(1-\frac{p}{100}\right)=A\left(1-\frac{64}{100}\right),$$

$$1-\frac{p^2}{100^2}=1-\frac{64}{100},$$

$$\frac{p^2}{100^2}=\frac{64}{100},$$

$$p^2=6400\,,p=80.$$

   Javob: 80%.

2. Do'kondagi muzlatgichning narxi har yili avvalgi narxning bir xil miqdori bilan kamayadi. Sovutgich narxining yiliga necha foizi, agar 198000 so’mga sotilgan bo'lsa, ikki yil o'tgach, 160380 so’mga sotilganini aniqlang.

   Yechish:

   Bunda biz murakkab foiz formulasidan foydalanamiz.

$$198000\times\left(1-\frac{p}{100}\right)^2=16038.$$

$$\left(1-\frac{p}{100}\right)^2=\frac{81}{100}$$

$$1-\frac{p}{100}=\frac{9}{10}$$

$$100-p=90$$

$$p=10$$

   Javob: 10

Mustaqil ishlash uchun masalalar.

1. A- idishda spirt miqdori 20% bo'lgan 8litr, B-idishda spirt miqdori 40% bo'lgan 4 litr, C- idishda spirt miqdori 50% bo'lgan 4 litr suyuqlik bor. A idishdagi suyuqlikning yarmi B idishga solingandan keyin B idishdagi aralashmaning yarmi C idishga solinsa, C idishdagi aralashmaning spirt miqdori qancha?
2. Shakar miqdori 16% ni tashkil qilgan 25 litr sharbat bilan shakarining mikdori 24% bo'lgan 15 litr sharbat aralash tirilsa, bu sharbatdagi shakar miqdori necha foiz?
3. Bir sotuvchi molining 20%ini 40% foyda bilan sotdi. Qolganini necha foiz foyda bilan sotishi kerakki, sotuvchining bu sotishlaridan foydasi 32% bo'lsin?
4. . Bir mol a % foyda bilan 2x so'm sotiladi; 2% zarari bilan sotilganda x so'm sotilardi. Bunga ko'ra a ni toping.
5. 26% foyda bilan sut sotayotgan sotuvchi, sotuvning oxirida tarozining 16% kam qilib tortishini aniqladi. Bularga ko'ra foyda necha foizni tashkil qildi?

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Sh.M. Mirziyoyev "Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi"
2. Sh.M. Mirziyoyev "Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak"
3. Sh.A.Saipnazarov, M.T.Ortiqova "Boshlang'ich moliyaviy matematika asoslari" I-bob 9-27-betlari, II-bob 28-33- betlar.
4. G.G'aymnazarov, S.Qosimov,O.G.Gaimnazarov"Iqtisodiyotda matematika" 2-paragrif 8-11-betlar.
5. M.A.Mirzaahmedov,Sh.N.Ismailov,A.Q.Amanov "Matematika" 10-sinf,I-qism,II-bob 48-57-betlar.

MAKTABLARDA O'QUVCHILARGA NOSTANDART TOPSHIRIQLAR BERISH ORQALI MATEMATIKA FANIGA QIZIQISHNI SHAKLLANTIRISH.

A.R.Nazarov[1]

[1] Qashqadaryo viloyati Nishon tumani XTB ga qarashli 22-maktab matematika fani o'qituvchisi

Matematikadan qanday muammoni nostandart deb atash mumkin?

Nostandart masalalar - matematika kursida ularni hal qilishning aniq dasturini belgilaydigan umumiy qoidalar va qoidalar mavjud bo'lmagan masalalar. Ularni murakkablikdagi vazifalar bilan aralashtirib yubormaslik kerak. Murakkabligi oshgan masalalarning shartlari shundan iboratki, ular o'quvchilarga matematikadagi masalani hal qilish uchun zarur bo'lgan matematik apparatni osongina tanlash imkonini beradi. O'qituvchi ushbu turdagi muammolarni hal qilish orqali o'quv dasturida berilgan bilimlarni mustahkamlash jarayonini nazorat qiladi. Ammo nostandart vazifa kashfiyot xarakterining mavjudligini nazarda tutadi. Biroq, agar bitta o’quvchi uchun matematika bo'yicha masalani yechish nostandart bo'lsa, chunki u bunday turdagi muammolarni yechish usullarini yaxshi bilmagan bo'lsa, ikkinchisi uchun masalani yechish standart tarzda amalga oshiriladi, chunki u allaqachon bunday muammolarni hal qildi. Hozirda biz nostandart deb hisoblagan matematikadan masalalar yechishni o‘rgatish usullari qanday? Afsuski, bu vazifalarning o'ziga xosligini hisobga olgan holda, hech kim universal retsepti bilan chiqmadi. Ba'zi o'qituvchilar, ular aytganidek, shablon mashqlarida mashq qilishadi. Bu quyidagicha sodir bo'ladi: o'qituvchi hal qilish yo'lini ko'rsatadi, keyin esa o'quvchi buni ko'p marta muammolarni yechishda takrorlaydi. Shu bilan birga, o'quvchilarning matematikaga bo'lgan qiziqishi o'ldirilmoqda, bu hech bo'lmaganda achinarli.

Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, matematikani asosan masalalar yechishni biladigan o'quvchilar yaxshi ko'radilar. Binobarin, bolalarni masalalar yechish qobiliyatini egallashga o’rgatish orqali ularning fanga qiziqishini oshirishga, fikrlash va nutqni rivojlantirishga sezilarli ta’sir ko’rsatamiz. Quyida ba’zi nostandard masalalarni havola etamiz va uni yechishni o’quvchini o’ziga qoldiramiz.

I. Topqirlik uchun topshiriqlar.

1. Bir oyog‘ida tik turgan cho‘ponning massasi 12 kg. 2 oyog'ida tursa, cho'chqaning vazni qancha bo'ladi?

2. Bir juft ot 40 km yugurdi. Har bir ot qancha masofaga yugurdi?

3. Etti aka-ukaning har birining bitta singlisi bor. Oilada nechta bola bor?

4. Oltita mushuk olti daqiqada oltita sichqonni yeydi. 100 daqiqada 100 ta sichqon yeyish uchun qancha mushuk kerak?

5. 6 ta stakan bor, 3 tasi suvli, 3 tasi bo'sh. Bir stakan suv va bo'sh stakanlarni almashtirish uchun ularni qanday tartibga solish kerak? Faqat bitta stakanni ko'chirishga ruxsat beriladi.

6. Geologlar 7 ta toshni topdilar. Har bir toshning vazni: 1 kg, 2 kg, 3 kg, 4 kg, 5 kg, 6 kg va 7 kg. Bu toshlar shunday qilib 4 ta ryukzakka yotqizilgan har bir ryukzakdagi toshlarning massasi bir xil bo'lib chiqdi. Ular buni qanday qilishdi?

7. O'rdaklar uchib ketishdi: biri oldinda va ikkitasi orqada, biri orqada va ikkitasi oldinda, biri ketma-ket ikki va uchta o'rtasida. Hammasi bo'lib nechta o'rdak uchdi?

II. Qiziqarli vazifalar.

1. Har bir devorda 2 tadan stul bo'lishi uchun 4 ta devorga 6 ta stulni qanday joylashtirish kerak.

2. Dadam ikki o‘g‘li bilan lagerga ketishdi. Yo'lda ular daryoga duch kelishdi. Sohilda sal bor. U bir ota yoki ikkita o'g'li suv ustida turibdi. O'g'illari bilan otaning narigi tomoniga qanday o'tish kerak?

3. Bir ot va ikkita sigirga kuniga 34 kg, ikki ot va bir sigirga 35 kg pichan beriladi. Bir otga kuniga qancha, sigirga qancha pichan beriladi?

4. To'rtta o'rdak va beshta o'rdakning og'irligi 4 kg 100 g, beshta o'rdak va to'rtta o'rdakning og'irligi 4 kg. Bitta o'rdakning vazni qancha?

5. Bolada 22 tanga bor edi - besh va o'n rubl, jami 150 rubl. Qancha besh so‘mlik va o‘n so‘mlik tangalar bor edi?

6. 1, 2, 3-sonli kvartirada uchta mushukcha yashaydi: oq, qora va qizil. Bu 1 va 2-kvartiralarda yashagan qora mushukcha emas edi. Oq mushukcha 1-xonadonda yashamadi. Mushukchalarning har biri qaysi xonadonda yashagan?

7. Besh hafta davomida qaroqchi Yerema bir barrel rom ichishga qodir. Buning uchun esa qaroqchi Emelya ikki hafta vaqt oladi. Qaroqchilar birgalikda harakat qilib, romni necha kundan keyin tugatadilar?

8. Ot bir arava pichanni bir oyda, echki ikki oyda, qo‘yni uch oyda yeydi. Qachongacha ot, echki, qo‘y bir xil pichanni birga yeyishlari kerak?

III. Kombinator muammolari.

1. Dasha 2 ta yubkaga ega: qizil va ko'k va 2 ta bluzka: chiziqli va polka nuqta. Dasha necha xil kiyimga ega?

2. Barcha raqamlari toq bo‘lgan nechta ikki xonali sonlar bor?

3. Ota-onalar Gretsiyaga chipta sotib olishdi. Gretsiyaga uchta transport turidan biri yordamida borish mumkin: samolyot, qayiq yoki avtobus. Ushbu transport turlaridan foydalanishning barcha mumkin bo'lgan variantlarini ishlab chiqing.

4. “Bog‘lanish” so‘zining harflari yordamida necha xil so‘z yasash mumkin?

5. 1, 3, 5 raqamlaridan har xil uch xonali sonlarni tuzing, shunda sonda bir xil sonlar bo'lmaydi.

Adabiyotlar.

1. A. Quchqorov, Sh. Ismailov. Mantiqiy Masalalar. Toshkent 2008
2. Matematika 6. M. A. Mirzaahmedov, A. A. Rahimqoriyev, Sh. N. Ismailov, M. A. To‘xtaxodjayeva. Toshkent 2017.
3. “МАТЕМАТИКА В ШКОЛЕ” va “КВАНТ” (Rossiya nashrlari) jurnallarining turli yillardagi sonlari.

ЭКВИВАЛЕНТНАЯ СИСТЕМА ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ОДНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Б.З.Нуриддинов[1], А.М.Хасанова[2]

[1]*Старший преподаватель кафедры «Высшая математика» ТКТИ (PhD)*

[2]*Магистр Джизакского государственного педагогического института*

Пусть требуется определить пару функций $u(x,t),\ k(x',t),\ x=(x',x_n)\in\mathbb{R}^n\,, t>0$ из уравнения

$$u_t = a(t)\Delta u - \int_0^t K(x,t)\,u(x,t-\tau)d\tau, \qquad (x,t)\in\mathbb{R}^n_T \qquad (1)$$

Предположим, что $K(x,t)$ имеет вид:$K(x,t) = h(x_n)k(x',t)$, где $h(x_n)$ – известная, а $k(x',t)$ - неизвестная функция.

$$\Delta = \sum_{i=1}^{n-1} u_{x_i x_i} + u_{x_n x_n}; \qquad x' = \ (x_1, x_2, \ \dots, x_{n-1})$$

$$u|_{t=0} = \varphi(x), \qquad\qquad x \in \mathbb{R}^n \tag{2}$$

$$u|_{x_n=0} = f(x',t), \qquad x' \in \mathbb{R}^{n-1}, \quad 0 \le t \le T \tag{3}$$

где $\mathbb{R}^n_T = \{(x,t): \ x = (x', x_n) \in \mathbb{R}^n, \ \ 0 < t < T\}, T > 0.$ Будем предполагать

что $\varphi(x) \in \mathrm{C}^2(\mathbb{R}^n), |\varphi(x)| \ge \alpha > 0, f(x',t) \in \mathrm{C}^{n-1,2}\left(\mathbb{R}^{n-1}_{T_0}\right),$

$\mathbb{R}^{n-1}_{T_0} := \{(x',t): \ \ x' \ \in \mathbb{R}^{n-1}, 0 \le t \le T\};$ пространства C^{β} и $\mathrm{C}^{\beta,\lambda}$ норма в них определяются в [5]

Интегральный оператор в (1) описывает влияние предыстории на процесс распространения тепла, вызванного начальной температурой среды (2). В данной статье обратная задача (1) - (3) исследуется на основе метода, использованного в работе [2]. Заметим, что дополнительное условие (3) задается на плоскости, ортогональной той переменной, от которой ядра интегрального члена в (1) не зависит. Это специальное задание дополнительной информации позволяет получить для искомых функций замкнутую систему интегральных уравнений второго рода. Необходимо отметить, что метод работы [2] основан на получении вначале вспомогательной задачи, в которой в дополнительном условии

содержится неизвестная функция, т.е. ядро *(*$k(x',t)$

Лемма 1. *Задача (1)-(3) эквивалентна задаче определения функций* $(k(x',t), \rho(x,t), \vartheta(x,t), \ \vartheta_{x_n x_n}(x,t), \ \ \omega(x,t), \ \ \omega_{x_n}(x,t) \ )$ *из следующих уравнений:*

$$\rho_t = \Delta\rho + \frac{a'(t)}{a^2(t)} \ h_{x_n x_n}(x_n) \cdot \int_0^t k(x',\tau)\,\vartheta(x,t-\tau)d\tau + 2\,\frac{a'(t)}{a^2(t)} \ h_{x_n}(x_n)$$

$$\cdot \int_0^t k(x',\tau)\,\vartheta_{x_n}(x,t-\tau)d\tau +$$

$$+\frac{a'(t)}{a^2(t)} \ h(x_n) \cdot \int_0^t k(x',\tau)\,\vartheta_{x_n x_n}(x,t-\tau)d\tau - k(x',t)(\frac{h_{x_n x_n}(x_n)}{a(t)}\varphi(x) +$$

$$+2\,\frac{h_{x_n}(x_n)}{a(t)}\varphi_{x_n}(x) + \frac{h(x_n)}{a(t)}\varphi_{x_n x_n}(x)) - \frac{h_{x_n x_n}(x_n)}{a(t)}\int_0^t k(x',\tau)\,\omega(x,t-\tau)d\tau) -$$

$$-2\,\frac{h_{x_n}(x_n)}{a(t)}\int_0^t k(x',\tau)\,\omega_{x_n}(x,t-\tau)d\tau - \frac{h(x_n)}{a(t)}\int_0^t k(x',\tau)\,\rho(x,t-\tau)d\tau\,, \tag{4}$$

$$\rho|_{t=0} = \Delta\varphi_{x_n x_n}(x), \tag{5}$$

$$\rho|_{x_n=0} = \grave{f}_{tt}(x',t) - \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\partial^2}{\partial x_i^2}\grave{f}_t - \frac{a'(t)}{a^2(t)}h(0)\cdot \int_0^t k(x',\tau)\,\grave{f}(x't-\tau)d\tau$$
$$+\frac{h(0)}{a(t)}k(x',t)\grave{f}_t(x',0) + \frac{h(0)}{a(t)}\int_0^t k(x',\tau)\,\grave{f}_t(x't-\tau)d\tau, \tag{6}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. **Романов В.Г**. Обратные задачи математической физики, М.: Наука, 1984.

2. **Безнощенко Н.Я.** Об определении коэффициента в параболическом уравнении // Диф. уравнения, 1974, вып. 10, No 1, с. 24 - 35.

3. **Дурдиев Д. К., Рашидов А. Ш.** Обратная задача определения ядра водном интегро-дифференциальном уравнении параболического типа //Дифференц. уравнения, 2014. Т. 50, С. 110-116.

4. **Безнощенко Н.Я.** Об определении коэффициента при младших членах в параболическом уравнении // Сиб.мат.журн. 16(1975), 5, с.473-482.

5. **Ладыженская** О.А., Солонников В.А., Уральцева Н.Н. Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа, М.: Наука, 1967.

DIFFERENSIAL TENGLAMALAR FANINI O`QITISHDA INTERFAOL METODLAR: “KEYS-STADI” METODI

J.Z. Nuriddinov[1], U.H. Isaqova[2]

[1]BuxDU, Differensial tenglamalar kafedrasi katta o‘qituvchisi (PhD)

[2]Jizzax davlat pedagogika instituti magistranti

Bugungi kunda yurtimizda Matematika ta’limi va ilm-fanini rivojlantirish bo’yicha olib borilayotgan keng ko’lamli islohotlar, Matematika ta’lim mazmunini takomilashtirishga oid qabul qilingan hukumat qarorlari, Matematika ta’limni hayot bilan bog’lashni, o’qitish samaradorligini oshirishni, tez taraqqiy etib borayotgan jamiyat uchun har tomonlama rivojlangan barkamol avlodni tarbiyalab etishtirishni talab qiladi. Shu o’rinda Matematika ta’limi jarayoniga yangi pedagogik texnologiyalarning kirib kelishi va qo’llanishi davr talabi bilan bevosita bog’liqdir.

Yangi pedagogik texnologiya ta’limning, xususan, Matematika ta’limining ma’lum maqsadga yo’naltirilgan shakli, usuli va vositalarining mahsulidir. Kuzatuvlar shuni ko’rsatadiki, aksariyat hollarda o’qituvchi dars jarayonida faqat o’zi ishlaydi, talabalar esa kuzatuvchi bo’lib qolaveradilar. Ta’limning bunday ko’rinishi talabalarning aqliy tafakkurini o’stirmaydi, faolligini oshirmaydi, ta’lim jarayonidagi ijodiy faoliyatini so’ndiradi. Shuningdek, ilg’or pedagogik texnologiya asosida tashkil etilgan darslar o’quvchilarni bilimlarining yaxlit o’zlashtirilishiga yordam beradi, talaba tafakkurini o’stiradi, mustaqil, ijodiy fikrlashga o’rgatadi. Zero, barkamol avlod tarbiyasi jamiyat madaniy-ma’rifiy taraqqiyotining, millat ma’naviy kamolotining muhim belgisidir. Mazkur ishda Matematik analiz fani misolida “Keys-stadi” metodining mazmun-mohiyatini ochib berishga harakat qilamiz.

“Keys-stadi” - inglizcha so'zdan olingan bo'lib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «study» – o'rganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni o'rganish, tahlil qilish asosida o'qitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi.

Keys stadi metodining mohiyati shundan iboratki, unda ishtirokchilarga haqiqiy hayotiy vaziyat bo'yicha fikr yuritish taklif qilinib, bu vaziyat bayonida nafaqat amaliy masala ifodalanib qolmasdan, undagi muammoni yechish jarayonida o'zlashtirilishi zarur bo'lgan o'quv materiali ham ifodalanadi. Vaziyatning bunday usulidagi tahlili, talabaning bo'lajak kasbiy faoliyati tajribasini oldindan egallashga ham kuchli ta'sir ko'rsatadi, o'qishga nisbatan qiziqish va motivlarning vujudga kelishiga asos bo'lib hisoblanadi.

Bugungi kunda ommalashib borayotgan “Keys-stadi” metodining keys topshiriqlarini tuzishning matematika fanidagi turlariga to‘xtalamiz. Ular quyidagilarga bo‘linadi:

1) Amaliy keyslar;
2) O‘rgatuvchi keyslar;
3) Ilmiy tadqiqot keyslari.

Mavzu: Differensial tenglamalar sistemasini yechish usullari.

Keysning asosiy maqsadi: “Differensial tenglamalar” fanini o‘qitishning nazariy va amaliy masalalarini “**Differensial tenglamalar sistemasini yechish usullari.**” mavzusi misolida elektron o‘quv moduli ishlanmasini shakllantirish hamda o‘qitishni takomillashtirish bo‘yicha xulosalar va tasiyalar ishlab chiqishdan iborat.

KEYS SAVOLLARI

- **Differensial tenglamalar sistemasini yechish usullarini qanday?**
- Dalamber usulini izohlang?
- Sistemani yuqori tartibli tenglamaga keltirish usulini izohlang?

KEYS TOPSHIRIQLARI

I variant

	.	**Keys topshirig‘i:** Differensial tenglamalar sistemasini yechishning Dalamber usulini izohlang?
	.	**Keys topshirig‘i:** $\begin{cases} x' = 2x + y \\ y' = 3x + 4y \end{cases}$ chiziqli differensial tenglamaar sistemasini yeching.
	.	**Keys topshirig‘i:** $\begin{cases} x' = x + z - y \\ y' = x + y - z \\ z' = 2x - y \end{cases}$ $\lambda_1 = 1 \quad \lambda_2 = 2 \quad \lambda_3 = -1$ differensial tenglamaar sistemasini yeching.

II variant

	.	**Keys topshirig‘i:** Differensial tenglamalar sistemasini yechishning yuqori tartibli tenglamaga keltirish usulini izohlang?
	.	**Keys topshirig‘i:** $\begin{cases} x' = 2y - 3x \\ y' = y - 2x \end{cases}$ differensial tenglamaar sistemasini yeching.
	.	**Keys topshirig‘i:** $\begin{cases} x' = 2x - y + z \\ y' = x + 2y - z \\ z' = x - y + 2z \end{cases}$ $\lambda_1 = 1 \quad \lambda_2 = 2 \quad \lambda_3 = 3$ differensial tenglamaar sistemasini yeching.

Maqolada keltirilgan texnologiya yordamida darslarni samarali tashkil qilish mumkin. O‘quv mashg‘uloti davomida o‘quvchilarning qiziqishlarini orttirish maqsadida turli zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanish tavsiya etiladi. Zamonaviyo ta’lim texnologiyalaridan foydalanish o‘quvchilarning nafaqat fanga bo‘lgan qiziqishlarini oshiradib balki ularning chuqur bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘lishlariga xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1.Tolipov O‘., Usmonboeva M. Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari. – T.: Fan, 2006.114 b.

2.Ishmuhamedov R., Yuldashev M. Ta’lim va tarbiyada innovatsion pedagogik texnologiyalar. – T.: 2017. 315 b.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВАРИАЦИИ И ЛИНЕЙНОГО КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА

Ражабов А.Н., Гуломхожаева Х.А.

Ташкентский химико-технологический институт

E-mail: rajabov2310@gmail.com

Вычисление средней арифметической и коэффициента вариации *v*. Массу 1000 зерен пшеницы в навеске массой 100 г, просеянной через набор сит, представим в таблице 1.

1. Форма записи результатов

Сита с продолговатыми отверстиями размером, мм	Остатки на ситах, г (x_i)	Отклонения от средней арифметической, г $(x_i - \bar{x})$	Квадраты отклонений $(x_i - \bar{x})^2$
2,8х20	10	+15	225
2,5х20	30	-5	25
2,0х20	40	-15	225
1,0х20	20	+5	25
итого:	100	-	500

Средняя арифметическая

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

где n - число сит (остатков на ситах) - 4;

$$\bar{x} = \frac{(10 + 30 + 40 + 20)}{4} = 25 \text{ г.}$$

Отклонения от средней арифметической $(x_i - \bar{x})$ составят 25-10=+15; 25-30 = -5; 25-40=-15; 25-20= +5.

Сумма квадратов отклонений:

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 225$$

То же =25

»=225

» =25

$$\sum = 500$$

Дисперсия $S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{500}{4-1} = 167$

Среднеквадратическое отклонение $S = \sqrt{s^2} = \sqrt{167} = 13$

Коэффициент вариации $v = \frac{S}{\bar{x}} * 100 = \frac{13*100}{25} = 52\%$

Коэффициент вариации показывает степень колебания (варьирования) по размерам изучаемого показателя, в данном случае размеров зерна. Чем больше коэффициент вариации, тем больше изменяются размеры изучаемого признака.

Вычисление средней взвешенной. Возьмем те же остатки зерна пшеницы, определим влажность каждого остатка и составим таблицу 2.

2. Форма записи результатов

Сита с продолговатыми отверстиями размером, мм	Остатки на ситах, г	Влажность зерна в остатках на каждом сите,	Результат умножения величины остатков на их влажность

2,8x20	10	13	130
2,5x20	30	15	450
2,0x20	40	17	680
1,7x20	20	18	360
итого:	100	16,2	1620

Средняя взвешенная

$$\overline{x_B} = \frac{\sum x_i w_i}{\sum x_i} = \frac{1620}{100} = 16{,}2\ \%.$$

Определение линейного коэффициента корреляции *r*. Когда определенному значению одной (независимой) переменной x, называемой аргументом, соответствует определенное значение другой (зависимой) переменной y, называемой функцией, и когда эта зависимость однозначна, ее называют функциональной, т. е. $y = f(x)$, говорят «игрек есть функция от икс». В природе и в экономике наблюдается, что на изучаемое явление или признак влияют многие факторы, в том числе и случайные, что вызывает варьирование этого явления или признака. Отсюда зависимость между ними приобретает не функциональный, а статистический характер, когда определенному значению одного признака, рассматриваемого в качестве независимой переменной, соответствует не одно и то же числовое значение, а несколько, порой большое количество распределяемых в вариационный ряд числовых значений другого признака, рассматриваемого в качестве зависимой переменной. Такого рода зависимость между переменными величинами называется корреляционной или корреляцией. Функциональные связи одинаково легко обнаружить и на единичных, и на групповых объектах. Корреляционные связи изучают только на групповых объектах методами математической статистики. Корреляционные связи называют неполной, и она может быть выявлена только при большом числе наблюдений, т. е. из статистических данных.

Коэффициент корреляции на малочисленных выборках, с которыми обычно приходится иметь дели при работе с зерном, вычисляют непосредственно но значениям сопряженных признаков, т. е. без группировки выборочных данных в вариационные ряды.

Для вычисления коэффициента корреляции применяют одну из приведенных формул:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

$$r_{xy} = \frac{D_x + D_y - D_d}{2\sqrt{D_x - D_y}}$$

где

$$D_x = \sum(x_i - \bar{x})^2; \qquad D_y = \sum(y_i - \bar{y})^2;$$

$$D_d = \frac{\sum d_i^2 - (\sum d_i)^2}{n}; \qquad d = (x_i - y_i);$$

n - общее число парных наблюдений (объем выборки).

3. Форма записи результатов

Масса 1000 зерен x_i, г	Влажность зерна y_i, %	$x_i - y_i$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x})$; $(y_i - \bar{y})$

48	13,4	+12,6	-2,4	158,76	5,76	-30,24
25	18,4	-10,4	+2,6	108,16	6,76	27,04
36	16,3	+0,6	+0,5	0,36	0,25	+0,30
37	16,4	+1,6	+0,6	2,56	0,36	+0,96
44	12,9	+8,6	-2,9	73,96	8,41	-24,94
43	12,8	+7,6	-3,0	57,76	9,00	-22,80
31	17,1	-4,4	+1,3	19,36	1,69	-5,72
28	17,4	-7,4	+1,6	54,76	2,56	-11,84
30	17,5	-5,4	+1,7	29,16	2,89	-9,18
40	12,3	+4,6	-3,5	21,16	12,25	-16,10
34	16,8	-1,4	+1,0	1,96	1,00	-1,40
29	18	-6,4	+2,2	40,96	4,84	-14,08
$\sum 425$	189,3	-	-	568,92	55,77	162,08

Возьмем три пробы зерна пшеницы. Пробы просеем через набор сит с продолговатыми отверстиями размерами 2,8x20; 2,5x20; 2x20 и 1,7x20. В каждом из остатков на ситах определим массу 1000 зерен и влажность. Получим 12 парных наблюдений. Найдем коэффициент корреляции между размерами зерен (масса 1000 зерен) и влажностью. Составим таблицу 3.

Число парных наблюдений n=12. Вычислим средние арифметические массы 1000 зерен $\bar{x}$ и влажности зерна $\bar{y}$:

$$\bar{x} = 425/12 = 35{,}4 \text{ г};$$

$$\bar{y} = 189{,}3/12 - 15{,}8\%$$

Остальные данные вычислим по таблице. Полученные числовые значения вставим в формулу:

$$r_{xy} = \frac{-162{,}08}{\sqrt{568{,}92 * 55{,}77}} = \frac{-162{,}08}{\sqrt{31729}} = \frac{-162{,}08}{178{,}13} = -0.910$$

Определим величину ошибки полученного коэффициента корреляции. Ее вычисляют при небольшом объеме выборки (меньше 100 наблюдений) по формуле

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

В нашем примере

$$S_r = \sqrt{\frac{1-0,828}{12-2}} = \sqrt{\frac{0,172}{10}} = \sqrt{0,017} = 0,130$$

В окончательном виде запишем

$$S_r = -0,910 \pm 0,130.$$

Коэффициент корреляции - отвлеченное число, лежащее в пределах от -1 до +1. Когда между изучаемыми признаками нет связи, они варьируют независимо друг от друга, *r*=0. Чем сильнее связь между признаками, тем больше и величина коэффициента корреляции. При положительной, или прямой, связи, когда большим значениям одного признака соответствуют большие значения другого, коэффициент корреляции приобретает положительный (+) знак и находится в пределах от 0 до +1, а при отрицательной, или обратной, связи, когда большим значениям одного признака соответствуют меньшие значения другого, коэффициент корреляции сопровождается отрицательным (-) знаком и находится в пределах от 0 до -1.

В нашем примере коэффициент корреляции отрицательный. Это свидетельствует об обратной связи между изучаемыми признаками и означает, что зерна с большими размерами имеют меньшую влажность и, наоборот, для зерен с меньшими размерами соответствует большая влажность. При этом коэффициент корреляции очень высок, значит, такая связь между размерами зерен и влажностью выражена очень сильно.

При использовании коэффициента корреляции нельзя рассматривать его свидетельством строгой закономерности в сопряженности изучаемых двух явлений. Корреляционная связь не есть синоним причинно-следственной связи. Она лишь заставляет подозревать, что либо оба явления обусловлены общей причиной, либо одно из них - причина другого. Поэтому вычисленный коэффициент корреляции должен быть дополнен анализом материальности сущности рассматриваемых явлений, выявлением скрытой природы их согласованных изменений. И тогда коэффициент корреляции будет математической иллюстрацией результатов проведенного анализа, т. е. выполнять отведенную ему роль.

В приведенном примере, опираясь на теоретические знания о природе воды и особенностях ее поведения в тканях зерна, необходимо показать, почему между влажностью и размерами зерна выявилась наблюдаемая обратно пропорциональная связь.

Коэффициенты корреляции следует рассчитывать с применением электронно-вычислительных машин (ЭВМ), в том числе микропроцессорной техники. Для этого преподаватель должен обратиться за помощью к работникам вычислительного центра института.

Большую помощь в расчетах может оказать использование таблиц Барлоу квадратов, кубов, квадратных корней, кубических корней и обратных величин для всех целых чисел от 1 до 15000.

Для повышения достоверности коэффициента корреляции его возводят в квадрат, получав коэффициент детерминации ($r_{Д}$).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРА СШИВАНИЯ В СЛУЧАЕ УПАКОВАННОГО СЛОЯ

Б.Ж.Сапаров, Ж.С.Тавбаев
Ташкентский химико – технологический институт

В работе с модифицированным методом погранслоя получено эффективное аналитическое решение краевой задачи для упакованного слоя и определен параметр сшивания.

Одной из основных проблем о возникающих при работе химических реакторов в псевдоожиженном слое, является образования сквозных тонких каналов в слое, по которым реагенты проходят, минуя твердые частицы катализатора. Каналообразование приводит к уменьшению К.П.Д. реактора, к выходу его на нерасчетный режим [1]

Удобно ввести безразмерный параметр сшивания *a* следующим образом.

$$\frac{r_*}{r_0} = \left(l / r_0\right)^{\alpha} \tag{1}$$

Для определения этого параметра можно воспользоваться данными численного расчета исходной задачи в каком-либо одном частном случае или же каким-либо предельным случаем, в котором можно найти аналитическое решение другим методом.

С этой целью изучим самостоятельно следующий предельный случай:

$$\delta\to 0,\ \lambda\to 0,\ \Delta l\to 0,\ (p_0=0,\ g=0). \tag{2}$$

Напомним, что согласно [1] и (1) имеем:

$$\Delta l = \frac{4\sqrt{\delta}}{\lambda\sqrt{\alpha \ln\left(1/\lambda\right)}} \tag{3}$$

Согласно [1] давление P в канале монотонно возрастает с увеличение $|Z|$ от p_0 до P_0, см. Поэтому в предельном случае (2) на основании [1] имеем

$$P=0, \qquad q = -\frac{\pi V_0 r_0^4}{8K_0} z, \qquad Q = -\frac{\pi V_0 r_0^4}{8K_0}\left(l^2 - z^2\right) \tag{4}$$

С другой стороны, предельный случай (2) – то классическая задача теории потенциала: определить гармоническую функцию p (обращающуюся в нуль на поверхности цилиндра $r<r_0$, $-l<z<0$, а также на поверхности полупространства $z=0$) и стремящуюся к линейной функции $-\mu V_0 z/K_0$ на бесконечности (задача Бенджамина Франклина).

Тонкий цилиндр ξ $r<r_0$, $-l<z<0$, в этой задаче можно заменить сфероидом

$$\frac{z^2}{l^2+\xi} + \frac{r^2}{r_0^2+\xi} = 1\left(\xi \ge 0\right) \tag{5}$$

при $\xi=0$.

Для доказательства этого факта был произведен прямой численный расчет на ЭВМ методом конечных элементов исходной задачи для тонкого цилиндра. На рис. 1 приводится один из результатов расчета: отношение величины q для цилиндра и сфероида $(q_{цил})/(q_{сфер})$ в зависимости от координатњ z/l. Как видно, эти два канала (при $l=50r_0$). [2-3]

Точное решение задачи Бенджамина Франклина для сфероида (5) легко найти.

Оно имеет вид (при $l>r_0$)

$$P=-\frac{\mu V_0}{K_0}z\left\{1-\frac{\dfrac{2}{\sqrt{\xi+l^2}}+\dfrac{1}{\sqrt{l^2-r_0^2}}\ln\dfrac{\sqrt{\xi+l^2}-\sqrt{l^2-r_0^2}}{\sqrt{\xi+l^2}+\sqrt{l^2-r_0^2}}}{\dfrac{2}{l}+\dfrac{1}{\sqrt{l^2-r_0^2}}\ln\dfrac{l-\sqrt{l^2-r_0^2}}{l+\sqrt{l^2-r_0^2}}}\right\} \tag{6}$$

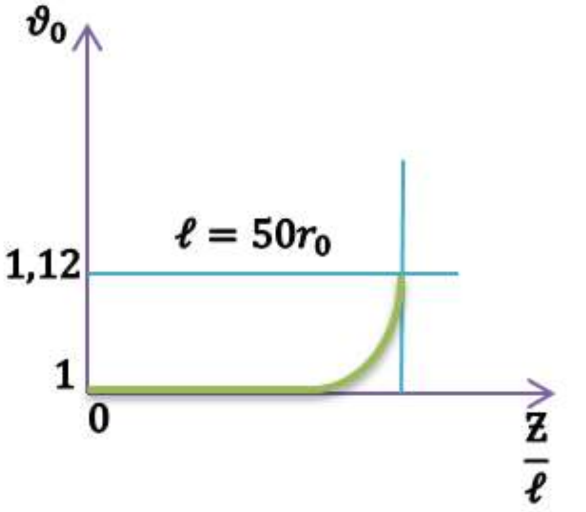


Рис.1.

Здесь $\xi=\xi(r,z)$определена формулой (5). Согласно (6) имеем:

$$V_n=\frac{2V_0 z}{r_0^2}\cdot\frac{\left(\dfrac{z^2}{l^4}+\dfrac{r^2}{r_0^4}\right)^{-1/2}}{2+\dfrac{1}{\sqrt{l^2-r_0^2}}\ln\dfrac{l-\sqrt{l^2-r_0^2}}{l+\sqrt{l^2-r_0^2}}} \tag{7}$$

Здесь V_n – скорость фильтрации на поверхности сфероидальной полости ξ=0.

В предельном случае тонкого вытянутого сфероида, когда $\lambda=r_0/l<<1$ по формулам [1] и (5) находим

$$V_n=\frac{V_0 z}{r\ln(1/\lambda)},\quad q=-2\pi r V_n=\frac{-2\pi V_0 z}{\ln(1/\lambda)} \tag{8}$$

Сравнивая величину q, полученную приближенным и точным методами – см. формулы (4) и (8) – при помощи [1] и (1) находим значение параметра сшивания

$$a=1\qquad\left(l\Delta=\frac{4\sqrt{\delta}}{\lambda\sqrt{\ln(1/\lambda)}}\right) \tag{9}$$

Формулы [1] и (9) дают полное решение исходной задачи для упакованного слоя твердых частиц.

Литература

1. Тавбаев Ж.С. О цилиндрических каналах в плотных слоях. Фергана Научно-технический журнал 2004 №4 с.82
2. Тавбаев Ж.С., Усманов Х.З. Приближенное решение краевой задачи для упакованного слоя. Фергана Научно-технический журнал 2006 №4 с.5-6
3. B.J.Saparov., J.S.Tavbayev. Analytical Study of Cylindrical Channels in Dense Layers. Eurasian Research Bulletin Volume 6|March, 2022

CHEKLI O'LCHOVLI C*-ALGEBRA.

N.O.Xolliyeva
O'zMU matematika fakulteti magistri

$A-P$-maydon ustida vektor fazo bo`lsin. Agar har bir $a,b\in A$ elementlar juftiga $ab\in A$ ko`rinishda belgilangan ko`paytirish amali mos qo`yilgan bo`lib

1. $a(bc)=(ab)c,$
2. $a(b+c)=ab+ac,$
3. $\alpha\beta(ab)=(\alpha a)(\beta b)$, $\forall\alpha,\beta\in P$

shartlarni qanoatlantirsa, Aga P-maydon ustida **algebra** deyiladi. Agar ixtiyoriy $a,b\in A$ uchun $ab=ba$ shart bajarilsa, A-algebra *abel* yoki *kommutativ* algebra deyiladi. Agar A algebrada birlik $1\in A$ element mavjud bo'lsa, A*unital algebra* deyiladi. Agar a A algebra normalangan fazo bo`lib, $\|xy\|\le\|x\|\|y\|$ $(\forall\, x,y\in A)$ bajarilsa, $A$ga *normalangan algebra* deyiladi. Agar shunda $A$ Banax fazosi, ya'ni to`la fazo bo`lsa, Aga *Banax algebrasi* deyiladi. Aytaylik, A algebrada $*:A\to A$ akslantirishi aniqlanib, ixtiyoriy $x,y\in A$ elementlari uchun

1) $(x+y)^*=x^*+y^*$;
2) $(\lambda x)^*=\bar{\lambda}x^*;\quad\forall\lambda\in\mathbb{C}$;
3) $(xy)^*=y^*x^*$;
4) $(x^*)^*=x$

shartlari bajarilsa, *-akslantirishga A da *involyutsiya* deyiladi, A ga esa *involyutiv algebra* yoki **-algebra* deyiladi. Agar Banax algebrasi involyutiv bo`lsa, unga *Banax \*-algebrasi* deyiladi. Agar $A-$kompleks Banax *-algebrasining ixtiyoriy $a\in A$ elementi uchun $\|a\|^2=\|a^*a\|$ tenglik o`rinli bo`lsa, u holda $A-$(kompleks) ***C*-algebrasi*** deyiladi.

Misol 1. X -lokal kompakt Xausdorf fazosi va $C_0(X)$-X da aniqlangan cheksizlikda nolga teng bo`lgan uzluksiz funksiyalar algebrasi $\|f\|=\sup\limits_{x\in X}|f(x)|$ va $f^*(x)=\overline{f(x)}$ norma va involyutsiyaga nisbatan $C^*$-algebrasi bo`ladi.

Misol 2. $[-1,1]$ kesmadagi barcha uzluksiz funksiyalar algebrasi $A=C[-1,1]$ da norma va involutsiyani $\|f\|=\sup\limits_{x\in[-1,1]}|f(x)|$ va $f^*(x)=\overline{f(-x)}$ kabi kiritsak, $(A,\|\cdot\|,^*)-$Banax*-algebrasi bo`ladi, lekin $C^*$-algebrasi bo`lmaydi. Chunki, masalan

$$f_0(t)=\begin{cases}0, & t\le 0\\ t, & t\ge 0\end{cases}$$

kabi aniqlangan $f_0\in A$ funksiya uchun $\|f_0\|=1\ne 0=\|f_0f_0^*\|$.

H-kompleks Hilbert fazosi, $B(H)-H$ da aniqlangan barcha chiziqli chegaralangan operatorlar algebrasi bo`lsin. *-Algebra M uchun $Z(M)=\{y\in M: xy=yx,\ \forall x\in M\}$ to'plam M ning *markazi* deyiladi.

Agar $M\subset B(H)$ va $N\subset B(K)$ algebralar uchun $uMu^*=N$ kabi $u:H\to K$ unitar operatori mavjud bo'lsa, bu algebralar o'zaro unitar izomorf deyiladi.

Teorema. Agar $M \subset B(H)$ – chekli o'lchovli C*-algebrasi bo'lib, $Z(M) = \{\lambda \cdot 1,\ \lambda \in \mathbb{C}\}$ bo'lsa, biror K – Hilbert fazosi uchun M va $B(\mathbb{C}^n) \otimes \mathbb{C} \cdot 1_K$ algebralar o'zaro unitar izomorf bo'ladi. Bu yerda $\dim M = n^2$.

ADABIYOTLAR

1. Ayupov Sh.A., Rakhimov A.A., Usmanov Sh.M., Jordan, Real and Lie Structures in Operator Algebras, Kluwer Academic Publishers, MAIA, Vol.418, (1997), 235p.
2. Li B.R. Introduction to Operator Algebras. // World Sci. Pub. Co. Pte. Ltd. Singapore, 1992, 738p.
3. Sakai S. C*-algebras and W*-algebras. // Berlin: Springer, 1971, IX+256 p.

БЎЛАЖАК МАТЕМАТИКА ЎҚИТУВЧИЛАРИДА МАСАЛА ЕЧИМИ ВА ИЗОҲИНИ РАСМИЙЛАШТИРИШГА ЎРГАТИШ ҲАҚИДА

Тургунбаев Р.М., Дўлтаева Ш., Умаралиева Д.У.

Низомий номидаги ТДПУ, Тошкент ш., Ўзбекистон Республикаси

+998909612120

Педагогика олий таълим муассасаларида асосий математик фанларни ўқитишнинг бош мақсадларидан бири бўлажак математика ўқитувчиларига мактаб математика курсининг илмий асосларини шакллантиришдан, уларнинг математик тайёргарлигини такомиллаштиришдан иборат. Ушбу мақсадга эришишда ўқув жараёнида талабаларнинг ўқув математик фаолиятини ташкиллаштириш муҳим аҳамиятга эга. Талабанинг ўқув математик фаолияти жараёнида нафақат математик билим, кўникма ва малакалар, балки бўлажак касби учун муҳим бўлган фаолият тажрибаларини шакллантириб бориш мумкин [1]. Тажриба, кузатишлар шундан далолат берадики, аксарият талабалар масалани ечишни билишса ҳам, уни ечиш йўлини изоҳлашга қийналишади, масала ечишда қайси назарий фактларга асосланганини тушунтириб бера олмайди. Назарияни тўлиқ тушунмасдан татбиқ қилишади.

Масалани ечиш, уни ечиш йўлини асослаш, бир хил типдаги масалаларни ечиш усулини қуриш бўлажак ўқитувчи учун касбий аҳамиятга эга бўлган кўникмадир. Шунинг учун математика фанларидан амалий машғулотларда ушбу кўникмаларни шакллантириб бориш мақсадга мувофиқ.

Қуйида математик анализ фанидан амалий машғулотларда талабаларга математик масаланинг ечимини расмийлаштириш ва изоҳлаш бўйича намуналар келтирамиз.

1. $\sqrt{5}+\sqrt[3]{2}$ иррационал сон эканини исботланг.

Масаланинг ечими: Фараз қилайлик, $\sqrt{5}+\sqrt[3]{2}=r$ рационал сон бўлсин. У ҳолда $\sqrt[3]{2}=r-\sqrt{5}$ ўринли. Бу тенгликнинг иккала томонини учинчи даражага кўтарамиз: $2=r^3-3r^2\sqrt{5}+15r-5\sqrt{5}$, бундан $\sqrt{5}(3r^2+5)=r^3+15r-2$. Демак, $\sqrt{5}=\frac{r^3+15r-2}{3r^2+5}$. Бу тенгликнинг ўнг томонидаги ифоданинг ҳар қандай рационал r сондаги қиймати рационал сон бўлади, аммо чап томони иррационал сон. Зиддият. Ҳосил бўлган зиддият $\sqrt{5}+\sqrt[3]{2}$ иррационал сон эканини исботлайди.

Изоҳ: масаладаги тасдиқни исботлаш учун тескаридан фараз қилиш усулидан фойдаланамиз. Бунинг учун берилган ҳақиқий сонни рационал бўлсин деб аввалдан маълум бўлган фактга, масалан $\sqrt{5}$ иррационал эканига, зид хулоса олиш етарли. Ҳосил бўлган ифоданинг рационал эканлигини исботлашда рационал сонлар тўпламининг арифметик амалларга нисбатан ёпиқ эканлигидан фойдаландик, бунда ихтиёрий r учун каср маҳражи $3r^2+5\neq 0$.

2 $\lim_{n\to\infty}\left(\sqrt{n^2+2n+3}-\sqrt{n^2+4n+3}\right)$ кетма-кетлик лимитини ҳисобланг.

Масаланинг ечими: $\lim_{n\to\infty}\left(\sqrt{n^2+2n+3}-\sqrt{n^2+4n+3}\right)=(\infty-\infty)=$ $\lim\limits_{n\to\infty}\frac{(\sqrt{n^2+2n+3}-\sqrt{n^2+4n+3})(\sqrt{n^2+2n+3}+\sqrt{n^2+4n+3})}{\sqrt{n^2+2n+3}+\sqrt{n^2+4n+3}}=\lim\limits_{n\to\infty}\frac{(n^2+2n+3)-(n^2+4n+3)}{\sqrt{n^2+2n+3}+\sqrt{n^2+4n+3}}=$ $\lim\limits_{n\to\infty}\frac{-2n}{\sqrt{n^2+2n+3}+\sqrt{n^2+4n+3}}=-\lim\limits_{n\to\infty}\frac{2}{\sqrt{\frac{n^2}{n^2}+\frac{2n}{n^2}+\frac{3}{n^2}}+\sqrt{\frac{n^2}{n^2}+\frac{4n}{n^2}+\frac{3}{n^2}}}=-\lim\limits_{n\to\infty}\frac{2}{\sqrt{1+\frac{2}{n}+\frac{3}{n^2}}+\sqrt{1+\frac{4}{n}+\frac{3}{n^2}}}=$ $-\lim\limits_{n\to\infty}\frac{2}{1+1}=-1.$

Изоҳ. Масалада иккита кетма-кетлик айирмасининг лимитини ҳисоблаш талаб қилинмоқда. Айирилувчи кетма-кетлик умумий ҳадини шакл алмаштирамиз: $\sqrt{n^2+2n+3}=n\sqrt{1+\frac{2}{n}+\frac{3}{n^2}}$. Демак, айирилувчи кетма-кетликни умумий ҳадлари $x_n=n, y_n=\sqrt{1+\frac{2}{n}+\frac{3}{n^2}}$ бўлган кетма-кетликларнинг кўпайтмаси шаклида ёзишимиз мумкин. Бундан биринчи кўпайтувчи $n\to\infty$ да чексиз катта ($+\infty$ га интилади), иккинчи кўпайтувчи чегараланган кетма-кетлик. Чексиз катта ва чегараланган кетма-кетликнинг кўпайтмаси чексиз катта кетма-кетлик эканидан $n\to\infty$ да $\left\{\sqrt{n^2+2n+3}\right\}\to+\infty$. Ҳудди шундай иккинчи $\left\{\sqrt{n^2+4n+3}\right\}$ кетма-кетлик ҳам $n\to\infty$ да $+\infty$ интилади. Демак, лимит остидаги ифода $(\infty-\infty)$ типидаги аниқмаслик бўлади. Бу аниқмасликни очиш учун бу ифоданинг қўшмасига кўпайтириб бўламиз ва $\frac{-2n}{\sqrt{n^2+2n+3}+\sqrt{n^2+4n+3}}$ натижага эришамиз. Касрнинг сурат ва маҳражини нолдан фарқли сонга бўлсак, касрнинг қиймати ўзгармайди. Берилган каср ифодани сурат ва маҳражини n га бўламиз. Натижада $\frac{-2}{\sqrt{1+\frac{2}{n}+\frac{3}{n^2}}+\sqrt{1+\frac{4}{n}+\frac{3}{n^2}}}$.

Касрнинг маҳражидаги $\left\{\sqrt{1+\frac{2}{n}+\frac{3}{n^2}}\right\},\left\{\sqrt{1+\frac{4}{n}+\frac{3}{n^2}}\right\}$ кетма-кетликларнинг ҳар бири 1 га интилади. Бу тасдиқни оралиқ кетма-кетликнинг лимити ҳақидаги теоремадан фойдаланиб, қуйидагича исботлаш мумкин: $1\le\sqrt{1+\frac{2}{n}+\frac{3}{n^2}}\le1+\frac{2}{n}+\frac{3}{n^2}$ тенгсизлик ўринли. Чап ва ўнг томонидаги кетма-кетликлар 1 га интилади, демак оралиқ кетма-кетлик ҳам 1 га интилади.

Энди берилган масалага қайтамиз. Умумий ҳади $\frac{-2}{\sqrt{1+\frac{2}{n}+\frac{3}{n^2}}+\sqrt{1+\frac{4}{n}+\frac{3}{n^2}}}$ бўлган кетма-кетликни сурати ўзгармас кетма-кетлик, маҳражида иккита (иккаласи ҳам 1 га интиладиган) кетма-кетликлар йиғиндиси шаклида ифодалаш мумкин. У ҳолда лимитга эга бўлган кетма-кетликлар устида арифметик амаллар ҳақидаги хоссаларга кўра бу ифода -1 га интилади.

3.Функциянинг нуқтадаги лимитининг Гейне таърифидан фойдаланиб, $\lim_{x\to-1}(4x+3)$ лимитни топинг.

Масаланинг ечими: Берилган $f(x)=4x+3$ функция $x_0=-1$ нуқтанинг атрофида аниқланган. $x_0=-1$ нуқтага яқинлашувчи ихтиёрий $\{x_n\}$ кетма-кетлик оламиз $(x_n\neq-1)$: $\lim_{n\to\infty}x_n=-1$. Унга мос функция қийматларидан тузилган кетма-кетликни қараймиз: $\{f(x_n)\}=\{4x_n+3\}$. Бу кетма-кетликнинг $n\to\infty$ даги лимитини ҳисоблаймиз: $\lim_{n\to\infty}(4x_n+3)=\lim_{n\to\infty}4x_n+\lim_{n\to\infty}3=4\lim_{n\to\infty}x_n+3=4\cdot(-1)+3=-1.$
Демак, $\lim_{x\to-1}(4x+3)=-1$.

Изоҳ. Функциянинг нуқтадаги лимитининг Гейне таърифига кўра $x_0=-1$ нуқтага яқинлашувчи ихтиёрий $\{x_n\}$ кетма-кетлик олиб, $\{f(x_n)\}$ кетма-кетликнинг аниқ битта сонга интилишини кўрсатишимиз лозим. $\lim_{n\to\infty}(4x_n+3)$ лимитни ҳисоблашда лимитга эга бўлган кетма-кетликлар устида арифметик амалларга боғлиқ хоссаларидан фойдаландик: Агар кетма-кетлик ўзгармас кетма-кетлик бўлса, унинг лимити ҳадига тенг; чекли сондаги яқинлашувчи кетма-кетликарнинг кўпайтмаси яқинлашувчи, лимити лимитлар кўпайтмасига тенг; чекли сондаги яқинлашувчи кетма-кетликарнинг йиғиндиси яқинлашувчи, лимити лимитлар йиғиндисига тенг.

4. $\lim_{x\to5}\frac{x^2-6x+5}{x^2-25}$ лимитни топинг.

Масаланинг ечими: $\lim_{x\to5}\frac{x^2-6x+5}{x^2-25}=\left(\frac{0}{0}\right)=\lim_{x\to5}\frac{(x-1)(x-5)}{(x-5)(x+5)}=\lim_{x\to5}\frac{x-1}{x+5}=\frac{4}{10}=$ 0,4.

Изоҳ. $f(x)=\frac{x^2-6x+5}{x^2-25}$ функция $x_0=5$ нуқтада аниқланмаган, аммо унинг ихтиёрий (демак, етарлича кичик) атрофида аниқланган. Функцияни ифодаловчи касрнинг сурати ҳам, маҳражи ҳам бу нуқтада нолга интилади, $\left(\frac{0}{0}\right)$ типидаги аниқмаслик. Аниқмасликни очиш учун функцияни бериган нуқта атрофида турлантирамиз ва $x_0=5$ нуқтанинг тешик атрофида $\frac{x^2-6x+5}{x^2-25}=\frac{x-1}{x+5}$ ва бу атрофда берилган функцияни $g(x)=\frac{x-1}{x+5}$ функция билан алмаштирамиз. Тенг функцияларнинг лимитлари тенг эканлигидан $\lim_{x\to5}\frac{(x-1)(x-5)}{(x-5)(x+5)}=\lim_{x\to5}\frac{x-1}{x+5}$ тенгликни ёзамиз ва сўнги лимитни ҳисоблашда лимитга эга функциялар устида арифметик амалларга оид хоссалардан фойдаландик (суратининг лимити 4, махражининг лимити 10. Демак касрнинг лимити мавжуд ва 0,4).

5. $\lim_{x\to0}\ \frac{sin4x}{x}$ лимитни топинг.

Масаланинг ечими: 1-вариант. $\lim_{x\to0}\ \frac{sin4x}{x}\ =\lim_{x\to0}\ \frac{sin4x}{4x}\cdot4\ =4\lim_{x\to0}\ \frac{sin4x}{4x}\cdot\ =4\cdot1=4.$

Изоҳ. Биринчи ажойиб лимит ва мураккаб функциянинг лимити ҳақидаги теоремалардан келиб чиқадиган қуйидаги тасдиқдан фойдаланамиз. Агар $x\to a$ да $\alpha(x)\to0$ бўлса, у ҳолда $\lim_{x\to a}\frac{sin\alpha(x)}{\alpha(x)}=1$ бўлади. Қаралаётган мисолда $a=0,\alpha(x)=4x.$ Берилган функцияни қуйидагича шакл алмаштирамиз: $\frac{sin4x}{x}=\ \frac{sin4x}{4x}\cdot4$. У ҳолда $x\to0$ да $\frac{sin4x}{4x}\to1$, 4-ўзгармас кўпайтувчи. Ўзгармас кўпайтувчини лимит белгиси олдига чиқариш мумкин.

2-вариант. $\lim_{x\to0}\ \frac{sin4x}{x}\ =\left|\begin{matrix}4x=t,t=\frac{1}{4}x\\ x\to0,t\to0\end{matrix}\right|=\lim_{t\to0}\ \frac{sint}{\frac{1}{4}t}\cdot\ =4\cdot\lim_{t\to0}\ \frac{sint}{t}\ =4\cdot1=4.$

Изоҳ. Ўзгарувчини алмаштирамиз: $4x=t$, у ҳолда $t=\frac{1}{4}x$ ва $x\to0$ да $t\to0$ бўлади. Лимти остидаги функция янги ўзраувчига нисбатан қуйидаги шаклга эга бўлади: $\frac{sint}{\frac{1}{4}t}$ ёки $4\cdot\frac{sint}{t}$. Энди биринчи ажойиб лимит ва лимитга эга бўлган функциянинг хоссаларидан фойдаланамиз. Натижада $\lim_{x\to0}\ \frac{sin4x}{x}\ =4.$

Юқоридаги масалалар ечими ва уларнинг изоҳининг таҳлили шуни кўрсатадики, изоҳлаш жараёнида талаба лекция машғулотларида ёки ўзи мустақил ўрганган назарий материалларни амалда қўллайди, ёзма ва оғзаки нутқи ривожланади. Бўлажак ўқитувчи касби учун муҳим бўлган кўникмалар шаклланиб боради.

Талабаларни масала ечимини изоҳлашга, уни расмийлаштиришга махсус ўргатиш лозим. Одатда аудиторияда масалалар ечилиши жараёнида изоҳланади, аммо уни ҳамма талаба ҳам тўлиқ тушунмайди, қайта айтиб беришга, дафтарда расмийлаштиришга қийналишади. Шу қийинчиликларни бартараф этиш мақсадида биз тажрибамизда қуйидаги усуллардан фойдаланиб келмоқдамиз: 1) талабага масалани ечимини ва изоҳини расмийлаштириш намунасини бериш; 2) амалий машғулотда ечилган масалани ечимини изоҳини қайта айтиб бериш; 3) амалий машғулотда ечилган масалаларнинг бир қисми учун намунадан фойдаланиб изоҳ ёзиш вазифасини бериш; 4) оралиқ назорат ишларини, мустақил ишларини баҳолашда масалалар ечимини ва изоҳини расмийлаштиришини эътиборга олиш.

Бу усулларни амалий машғулотларда қўллаш тажрибаси биринчи курс талабаларида математикани ўрганишга бўлган ички мотивациясининг ошиши, назарий материалларни ўрганишда ижобий силжишнинг пайдо бўлганлигини кузатишга имкон берди.

Фойдаланган адабиётлар

1.Тургунбаев Р.М., Қошназаров Р.А. Бўлғуси математика ўқитувчиларининг математик компетентлигини контекстли ёндашув асосида ривожлантириш. Монография. - Т.: “Abu matbuat-konsalt”, 2017-158 б.

ON THE UNIQUENESS OF THE CORE OF THE INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION OF PARABOLIC TYPE WITH VARIABLE COEFFICIENTS

D.K. Durdiyev[1], J.Z. Nuriddinov[2], Z.Sh. Ochilova[3]

[1] V.I. Romanovsky at the Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

[2] Department of Differential equations at BSU, Bukhara, Uzbeksitan

[3] Master student of Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan

In this paper, we will consider the problem of recovering degenerate kernels appearing in a parabolic integro-differential equation related to diffusion medium when boundary observations of traction type are available. The kernels to be recovered are assumed to be representable as a finite sum of products of unknown space-and time-dependent functions. More explicitly, under suitable assumptions on the data we will prove uniqueness for the solutions of such problem. [1]-[4]

Now, we consider the Cauchy problem for the one-dimensional integro-differential heat equation

$$u_t - a(t)u_{xx} = \int_0^t k\,(x, t-\tau)u(x,y,\tau)d\tau, (x,y) \in \mathbb{R}^2, t \in (0,T], \tag{1}$$

$$u|_{t=0} = \varphi(x,y), \tag{2}$$

where T is a fixed positive constant, $y \in \mathbb{R}$ parameter of the problem and $a(t) > 0$ is a enough smooth positive function.

Consider the following problem: find the kernel $k(x,t)$ of the integral term

equation (1), if the solution to the problem (1), (2) is known on $x = y$:

$$u|_{x=y} = f(y,t), \tag{3}$$

Here $f(y,t)$, is a given function for all $y \in \mathbb{R}$ and $t \in [0,T]$.

The main aim of this work is the question of uniquely determining the function $k(x,t)$ by information (3). It should be noted that, in contrast to the above-mentioned works, here the required kernel depends on all variables. Moreover, we will assume that the function $k(x,t)$ and the derivatives k_x, k_t belong to the class $B(D_T)$, $[D_T := \{(x,t): x \in \mathbb{R}; 0 \leq t \leq T\}]$ for any $T > 0$, and the function $\varphi(x;y)$ belongs to the class $B^4(\mathbb{R}^2)$.

The main result of this paper is the following uniqueness theorem.

Theorem. Let $\varphi(x,y) \in B^4(\mathbb{R}^2)$, $\{f(y,t), f_t(y,t), f_{tt}(y,t), f_{tyy}(y,t)\} \in B^{2,2}$, $\inf_{(x,y)\in\mathbb{R}^2} |\varphi(x,y)| \geq \beta_0 > 0$ *holds, where* β_0 *is given number. Then, the function* $k(x,t)$ *representable in the form*

$$k(x,t) = \sum_{i=0}^{N} c_i(x) b_i(t), \quad c_i(x) \in B^2(\mathbb{R}^2),\ b_i(t) \in C^1([0,T])$$

is uniquely determined in the domain D_T *.*

Here $B^4(\mathbb{R}^2)$ is a class of continuous functions bounded by a fourth-order product in $\mathbb{R}^2$

To prove this theorem, we will use a classical methods.

References

1. **A.Lorenzi, E. Sinestrari,** *An inverse problem in theory of materials with memory*Nonlinear Anal.// TMA, 12, 1988, p. 411- 423.
2. **D.K. Durdiev,** *An inverse problem for a three-dimensional wave equation in the medium with memory,* Math. Anal. and Disc.math., Novosibirsk, NGU. 1989, p. 19 - 26. (in Russian)
3. **M. Grasselli,** *An identification problem for a linear integro-differential equation occurring in heat flow,* Math.Meth. Appl. Sci., 15, 1992, p. 167- 186.
4. **D.K.Durdiev,** *To the question of correctness of one inverse problem for hyperbolic integro--differential equation,* Siberian Math. J.,// Volume 33, 1992, p. 69-77.

ОБЩАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИЗГИБНО-КРУТИЛЬНО-ЭЛЕРОННОГО ФЛАТТЕРА НАСЛЕДСТВЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОГО КРЫЛА

К.Рахимов, А.Ахмедов,

Ферганский государственный университет

В мире существует множество проблем, таких как деформация, долговечность, вибрация и динамическая устойчивость конструкций из композиционных материалов и изучение этих проблем является важной задачей. Сложно оценить тот вклад, который внесли композитные материалы в авиастроительную область. Конструкторы летательных аппаратов постоянно стремятся снизить вес самолета, повысить прочность конструкции, создавая при этом сложные формы фюзеляжа и других частей самолета. Это порождает необходимость применения все более легких и прочных материалов. Применяя различные сплавы металлов, конструкторы ставили перед научно-исследовательскими институтами задачи по созданию новых материалов, которые позволили бы создавать абсолютно новые и совершенные элементы конструкции летательных аппаратов. Такими материалами стали именно композиты. Для авиа и ракетостроения это стало своего рода новым витком в эволюции. Что касается сегодняшних дней, то активное развитие полимерных материалов в нынешнее время также напрямую связано с активным развитием авиастроения и ракетно-космической области.

Применение вязкоупругих материалов в качестве элементов, вызывающих вибрацию и демпферов, используемых в конструкциях, в частности, в конструкции летательного аппарата является актуальной темой в последние годы. Математическая модель таких задач сводиться к решению интегро-дифференциальных уравнений. В настоящей статье рассматривается задачи о колебании крыла большого размаха из композитного материала, реологические свойства которого описывается наследственной теорией Больцмана-

Вольтерра. Исследование конструкционного материала с вязкоупругими и нелинейными свойствами, рассмотрение которого имеет большое теоретическое и практическое значение, приближает теорию расчета к реальным условиям эксплуатации конструкции. Поэтому проблемы наследственной-деформированных систем привлекают серьезное внимание исследователей

В статье приводится общая постановка задачи о колебаниях наследственно-деформируемого летательного аппарата в потоке газа с конечным числом степеней свободы. Используя уравнения Лагранжа и вариационный принцип наследственной теории вязкоупругости выведены уравнения движения рассматриваемой задачи. Обобщенные силы действующие на летательный аппарат в дозвуковом режиме полета определены согласно гипотезы стационарности.

Наследственно-деформируемый летательный аппарат, движущийся в потоке газа, представляет собой сложную механическую систему с бесконечным числом степеней свободы, непрерывно обменивающейся механической и тепловой энергией с окружающей средой. Описание движения такой системы в самом общем виде представляется маловероятным. Поэтому в большинстве задач летательных аппаратов приходится рассматривать как конструкцию, состоящую из конечного числа деформируемых и жестких элементов, относительная подвижность которых ограничена голономными связями. Таким образом, в уравнения движения в этом случае наряду с внешними нагрузками будут входить и неизвестные силы реакции связей. Эти силы можно исключить из уравнения движения с помощью принципа возможных перемещений. В результате получим систему уравнений, описывающих движение несвободной материальной системы с голономными связями - уравнение Лагранжа второго рода

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}-\frac{\partial L}{\partial q_i}=0, \quad i=1,2\ldots n \tag{1}$$

где, $L=T-\Pi-W, T,\Pi$ - кинетическая и потенциальная энергия, W - работа внешних сил, $q_i,\dot{q}_i$ - обобщенные координаты и ее производная по времени.

Кинетическая энергия механической системы с голономными связями представляется в форме однородной квадратичной функции обобщенных скоростей

$$T=\frac{1}{2}\sum_{i,j=1}^{n}c_{ij}\dot{q}_i\dot{q}_j \tag{2}$$

Потенциальная энергия согласно вариационному принципу наследственной теории вязкоупругости [1] может быть выражена в форме однородной квадратичной функции обобщенных координат

$$\Pi=\frac{1}{2}\sum_{i,j=1}^{n}a_{ij}q_i\left(q_j-2R^*q_j\right) \tag{3}$$

где, c_{ij} - инерционные коэффициенты, a_{ij} - коэффициенты жесткости,

$$W=\sum_{i=1}^{n}Q_iq_i \tag{4}$$

где Q_i - обобщенная сила,

$$R^*q_j(t)=\int_0^t R(t-\tau)q_j d\tau$$

- случае переходного процесса,

$$R^*q_j(t)=\int_{-\infty}^t R(t-\tau)q_j d\tau$$

- для установившегося процесса, $R(t-\tau)$– ядро наследственности имеющая слабо-сингулярную особенность типа Абеля, т.е. $R(t-\tau)=\varepsilon\, e^{-\beta(t-\tau)}(t-\tau)$; $\varepsilon>0,\quad \beta>0,\quad 0<\alpha<1.$

Подставляя (2) – (4) в (1) получим систему обыкновенных слабо-сингулярных интегро-дифференциальных уравнений второго порядка вида:

$$\frac{d}{d}\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i}-\frac{\partial T}{\partial q_i}+\frac{\partial \Pi}{\partial q_i}=Q_i,\quad i=1,\overline{n} \tag{5}$$

В частности для изгибно-крутильно-элеронного флаттера наследственно-деформируемого крыла выражение (2)-(4) принимает вид [2,3]

$$T=\frac{1}{2}c_{11}\dot{q}_1+\frac{1}{2}c_{22}\dot{q}_2^{\,2}+\frac{1}{2}c_{33}\dot{q}_3^{\,2}+c_{12}\dot{q}_1\dot{q}_2+c_{13}\dot{q}_1\dot{q}_3+c_{23}\dot{q}_2\dot{q}_3 \tag{6}$$

$$\Pi=\frac{1}{2}a_{11}q_1\left[q_1-2R^*q_1\right]+\frac{1}{2}q_2\left[q_2-2R^*q_2\right]+\frac{1}{2}q_3\left[q_3-2R^*q_3\right] \tag{7}$$

$$W=Q_1q_1+Q_2q_2+Q_3q_3 \tag{8}$$

Интегро-дифференциальные уравнения (5) для данный задачи принимает вид

$$\frac{\partial L}{\partial q_i}-\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}=Q_{q_i};\quad i=\overline{1},\overline{3} \tag{9}$$

где, $L=\Pi-T$.

Если внешние силы являются аэродинамическими, то согласно гипотезы стационарности, для $Q_{q_1}, Q_{q_2}, Q_{q_3}$ имеем

$$\begin{aligned}
Q_{q_1}&=-\rho t V^2\left[a_1q_2+a_2\frac{t}{V}\dot{q}_2+a_3q_3+a_4\frac{1}{V}\dot{q}_3+a_5\frac{1}{V}\dot{q}_1\right]\\
Q_{q_2}&=-\rho t^2 V^2\left[m_1q_2+m_2\frac{t}{V}\dot{q}_2+m_3q_3+m_4\frac{t}{V}\dot{q}_3+m_5\frac{1}{V}\dot{q}_1\right]\\
Q_{q_3}&=-\rho t^2 V^2\left[d_{31}q_2+d_{32}\frac{t}{V}\dot{q}_2+d_{33}q_3+d_{34}\dot{q}_3+d_{35}\frac{1}{V}\dot{q}_1\right]
\end{aligned} \tag{5}$$

где коэффициенты $a_i, m_i, d_{3i}\quad (i=\overline{1},\overline{5})$ известные константы [4]; ρ - плотность воздуха; t - хорда крыла; V - скорость полета.

Подставляя (10) в (9) получим систему слабо-сингулярных интегро-дифференциальных уравнений для определения обобщенных координат $q_1=h$, $q_2=\alpha$, $q_3=s$, которые в матричной форме запишется в виде

$$M\ddot{U}+K(1-R^*)U+V^2BU+VD\dot{U}=0 \tag{11}$$

с начальными условиями

$$U(0)=U_0;\quad \dot{U}(0)=\dot{U}_0 \tag{12}$$

$$U=\begin{pmatrix}q_1\\q_2\\q_3\end{pmatrix};\quad M=\begin{pmatrix}c_{11}&c_{12}&c_{13}\\c_{21}&c_{22}&c_{23}\\c_{31}&c_{32}&c_{33}\end{pmatrix};\quad K=\begin{pmatrix}a_{11}&0&0\\0&a_{22}&0\\0&0&a_{33}\end{pmatrix};D=\begin{pmatrix}d_{11}&d_{12}&d_{13}\\d_{21}&d_{22}&d_{23}\\d_{31}&d_{32}&d_{33}\end{pmatrix};\quad B=\begin{pmatrix}b_{11}&b_{12}&b_{13}\\b_{21}&b_{22}&b_{23}\\b_{31}&b_{32}&b_{33}\end{pmatrix}$$

$c_{12}=c_{21};\quad c_{13}=c_{31};\quad c_{23}=c_{32}$; V- скорость полета;

Методы решения таких слабо-сингулярных интегро-дифференциальных уравнений как для переходного процесса, так и для установившегося процесса хорошо изложены в [2,6].

Точные решения системы слабо-сингулярных интегро-дифференциальных уравнений (11) представляет значительные математические трудности. Поэтому приближенное решение, согласно методу исключения слабо-сингулярных особенности интегральных и интегро-дифференциальных уравнений находится с помощью линейных систем рекуррентных алгебраических уравнений.

Определение критической скорости полета, при которой начинается явления флаттера летательного аппарата одно из важнейших задач аэроупругости. Решение сводиться к исследованию колебательной неустойчивости (флаттера) невозмущенного движения летательного аппарата по разработанному вычислительному алгоритму и специального алгоритма поиска критических скоростей основанного на вычислительном эксперименте при заданных геометрических и механических параметров. Согласно этой методике, потери динамической устойчивости определяется из условий существования незатухающих амплитуд (критическое время, критическая скорость).

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Ржаницын А.Р. Теория ползучести. М. Наука 1968. 416с.
2. Бадалов Ф.Б. Ганиханов Ш.Ф. Вибрации наследственно-деформируемых элементов конструкции летательных аппаратов. Ташкент. ТГАИ.2002. 230с.
3. Усмонов Б.Ш. Колебания наследственно-деформируемого крыла с элероном. Проблемы механики. Ташкент. 2006. №4. с.19-22
4. Романовский Ю.М., Стрелков С.П. О воздействии атмосферной турбулентности на самолет с упругими крыльями при различных скоростях полета. Изв. АН СССР, ОТН Механика и машиностроение. 1959.№4,с3-10
5. Usmonov B., Rakhimov Q., Akhmedov A. Analysis of numerical solutions of a hereditary deformable system // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD), Vol. 8, Issue 4, Aug 2018, 403-408. http://dx.doi.org/10.24247/ ijmperdaug201842
6. Усмонов Б.Ш., Рахимов К. О., Моделирование и анализ численных исследований задач линейных и нелинейных наследственно-деформируемых систем в среде Matlab // Проблемы вычислительной и прикладной математики. - 2021. - №4(34). - с. 50-59.

ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ СЕЙСМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВЗРЫВОВ

[1]Рахмонов Б.С., [2]Кульмуратов Н.Р., [2]Жураев У.

[1] Ургенчский государственный университет, Bah-Bahodir@yandex.ru

[2] Навоийский горный институт nurillo.kulmuratov.64@mail.ru

В работе рассматривается задача распространения сейсмовзрывных волн на деформируемом полупространстве со сложными свободными поверхностями каньона Норын (на реке Норын в Киргизии) при крупномасштабных подземных взрывах. При взрыве использованы заряды камуфлетного действия по специально разработанной методике. Особенностью методики является размещение зарядов в стальных трубах. Участок, где располагались трубы, был обильно замочен водой. Обнаружено, что граниты, в зоне разлома, интенсивно раздроблены и трещиноваты. На плоскостях трещин заметны следы скольжения и глинка трения. Наиболее низкие значения скоростей упругих волн отмечены в зонах тектонических трещин и в приповерхностной части массива. С глубиной величина скорости возрастает аналогично изменению трещиноватости.

Изучение последствий ряда землетрясений показало существенное влияние сложных горно-геологических условий и рельефа местности на интенсивность сейсмических колебаний на поверхности земли [1, 2].

Вопрос о влиянии рельефа местности на параметры сейсмического волнового поля имеет давнюю историю, но, к сожалению, в настоящее время выяснен не до конца. Начало исследований по этому вопросу принадлежит, по-видимому, исследованиям в работе [3], который в реальном времени во время тектонических землетрясениях в натурных условиях исследовал влияния параметров рельефа на интенсивность сейсмических колебаний. В лабораторных условиях на эластической сейсмической платформе на основе теории расширенного подобия со стороны исследователя [4] исследовано влияние рельефа местности на интенсивность распространения сейсмических волн, далее следует упомянуть работу [5], где экспериментально исследовалось влияние рельефа на параметры сейсмического волнового поля – амплитуду и спектральный состав колебаний. К сожалению, ни аппаратура, ни методика эксперимента не позволяют сделать определенных выводов по результатам этой работы. Затем следует упомянуть модельное исследование влияния рельефа на параметры волнового поля [6], где опять же были сделаны весьма неопределенные выводы: в ряде случаев амплитуды увеличивались, а иногда, наоборот, уменьшались.

Результатом неопределенности выводов относительно влияния рельефа на параметры сейсмического волнового поля стали рекомендации [4], где для выяснения указанного влияния предписывалось проведение инструментальных наблюдений на участках со сложным характером рельефа. Была опубликована статья [7], в которой методом конечных элементов было исследовано влияние рельефа на параметры сейсмических колебаний. Результаты работы [8] не проясняют вопрос о влиянии рельефа на параметры сейсмических колебаний до конца.

В этих работах приведены выводы, что из-за рельефа местности различие в силе сотрясения со сложным горно-геологическим условием и рельефом местности, в этих пунктах по макросейсмическим данным составляет до 2 балла. Поэтому, не учет рельефа местности приведет к серьезным просчетам при оценке сейсмостойкости зданий и сооружений и сейсмическом микрорайонировании. Сказанное делает актуальным постановку и решение задачи о влиянии рельефа на параметры сейсмических колебаний при землетрясениях.

Настоящая работа посвящена оценке сейсмической интенсивности подземных промышленных взрывов с учетом горной местности. Для изучения вышеуказанного эффекта были проведены инструментальные наблюдения в Каратауском месторождениях, где буровзрывные работы производились с целью дробления порфиритов для получения щебня на строительные и гидротехнические работы в народном хозяйстве Республики [9,10,11].

Методика проведения эксперимента и результаты

При рассмотрении процесса прохождения сейсмовзрывных волн основным моментом является выявление эффектов различных форм рельефа местности и учет этого обстоятельства при обеспечении сейсмобезопасности зданий и сооружений. Для успешного решения вышеуказанной задачи в зависимости от геологических и гидрогеологических условий, а также рельефа местности региона нельзя обойтись без натурных экспериментов. В целях изучения вышеуказанного эффекта при прохождении сейсмовзрывных волн по грунту на здания и сооружения нами были проведены инструментальные наблюдения в Джумуртауском месторождении при промышленных взрывах.

Здесь основное внимание было уделено разработке инженерного метода расчета прогнозирования безопасного расстояния в зависимости не только от геологических и гидрогеологических условий, а также от ландшафта территории. Приводятся результаты, по изучению сейсмического эффекта подземных взрывов при наличии между пунктом взрыва и охраняемым объектом уступов, сложенных глинистыми породами с пропластиками песчаников высотой около 30 м. Известно, что при изучении и прогнозировании сейсмического эффекта подземных взрывов не в полной мере учитывается характер волнового поля при распространении сейсмовзрывных колебаний. В этих условиях наибольшую опасность для надземных сооружений представляет поверхностная волна. Поверхностные волны формируются на некотором расстоянии от источника сейсмических волн, которое зависит от свойств пород и глубин заложения заряда ВВ. В результате инженерного анализа сейсмограмм, полученных в процессе инструментальных измерений сейсмовзрывных колебаний грунта, были получены следующие данные.

На сейсмограммах в начале наблюдаются колебания частотой 25-30 Гц., вертикальная составляющая в этом случае является преобладающей, и они в 6-8 раз превышают горизонтальную.

Далее, за ними наблюдаются колебания частотой 8-13 Гц, для которых характерно изменение соотношения интенсивности вертикальной и горизонтальной составляющих по мере удаления от борта карьера. Если в пункте наблюдения, ближайшей к борту карьера, вертикальная составляющая примерно в 4 раза превышает горизонтальную, то на расстоянии 60 м. горизонтальная составляющая больше вертикальной в 4,5 раза; при дальнейшем удалении от борта карьера интенсивность сейсмовзрывных колебаний постепенно уравнивается. Здесь также отмечается увеличение разности фаз максимальных значений вертикальной и горизонтальной составляющих сейсмовзрывных волн.

Максимальные значения скорости смещения в исследованном диапазоне расстояний равнялись 3,25 см/сек и достигала максимальной величины на расстоянии 40 м для горизонтальной составляющей.

Экспериментально полученные данные были аппроксимированы методом средних в виде зависимости от веса заряда С и эпицентрального расстояния R и в результате установлена эмпирическая формула в следующем виде:

$$V = \mathrm{k}_{\mathrm{v}}\left(\frac{\sqrt[3]{C}}{R}\right)^{n_v} . \qquad (1)$$

В этом случае численные значения постоянных k_v и n_v были равны, соответственно, 470 и 1,5. Расчеты, проведенные на основе этой формулы, показали, что уровень интенсивности сейсмического действия подземных взрывов оказались несколько завышенными. Это можно объяснить с учетом рельефа местности.

Влияние рельефа местности на интенсивность сейсмических колебаний при тектонических землетрясениях были исследованы С.В.Медведевым и С.В.Пучковым. Была предложена эмпирическая зависимость, выражающая связь между ускорением на вершине и приращением балльности в следующем виде :

$$\Delta J = 3{,}3\lg h\frac{W_{гр}}{W_{ск}} + 3{,}3\lg\frac{W_{в}}{W_0} \quad , \tag{2}$$

т.е. здесь общее приращение балльности слагается из двух составляющих: приращения балльности за счет грунтовых условий и приращения балльности, вызванного рельефом местности. В нашем случае можно оставить вторую часть выражения т.е. приращение интенсивности, вызванного рельефом местности:

$$\Delta J_{рел} = 3{,}3\lg\frac{W_{в}}{W_0} \quad . \tag{3}$$

Представляя колебания грунтовой среды гармоническими, скорость смещения грунта можно написать в виде:

$$V = \frac{2\pi}{T}a \quad , \qquad W = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 a \quad . \tag{4}$$

Следовательно,

$$\left.\begin{aligned} W_{в} &= \frac{2\pi^2}{T_0^2}a_{в} \\ W_0 &= \frac{4\pi^2}{T_0^2}a_0 \end{aligned}\right\} \quad . \tag{5}$$

подставляя (4) в (2), находим:

$$\Delta J_{рел} = 3{,}3\lg\left(\frac{T_0}{T_{в}}\cdot\frac{V_{в}}{V_0}\right) \quad . \tag{6}$$

Для нашего случая

$$(V_{в}/V_0 = 1{,}9,\ T_{в}/T_0 = 0{,}94): \Delta J_{рел} = 3{,}3\lg(0{,}94\cdot 1{,}9) = 0{,}83\ \textit{балл} \quad .$$

Таким образом, приращение интенсивности колебания грунта, вызванного горным сооружением в виде холма, оказалось около 1 балла.

В работе [9] приведено выражение для изучения колебаний горного сооружения под действием проходящей сейсмовзрывной волны. Для данного горного сооружения скорости колебаний описываются формулой:

$$V(x,t) = phe^{\alpha^2 x}\left[\frac{tg\beta l - S}{Stg\beta l + 1}\sin\beta x + \cos\beta x\right]\sin pt, \tag{7}$$

где $\beta = \sqrt{\dfrac{p^2}{c^2} - \alpha^4}$, $S = \dfrac{\alpha^2}{\beta}$, p– частота колебаний, c – скорость распространения волн, $\alpha = \sqrt{\dfrac{K_c \gamma}{R}}$, K_c – сейсмический коэффициент, γ - объемный вес породы, R –постоянное напряжение при сдвиге.

Результаты расчета колебаний рассмотренного горного сооружения показывают увеличение амплитуды колебаний по высоте сооружения. Например, отношение значения амплитуды колебания горного сооружения на высоте 17*м* и 30*м* к амплитуде колебания основания составляют 1,3 и 2,0 раза соответственно. Результаты теоретических расчетов показывают хорошее совпадение с результатами инструментальных данных.

Имеется ряд теоретических и инструментальных работ по изучению закономерности распространения волн в многослойных средах, в основном, рассмотрены слои постоянной толщины. Когда полуплоскость имеет ступенчатый вид и толщина слоя грунта меняется по длине, характер распространения сейсмовзрывных волн существенно осложняется.

Представленные на рисунке 1 записи колебания грунта получены при взрыве в Каратауском карьере. Результаты анализа показывают, что для одного и того же периода колебаний, максимальное отношение амплитуды колебаний грунта на верхней террасе относительно нижней, составляет в 1,3 раза.

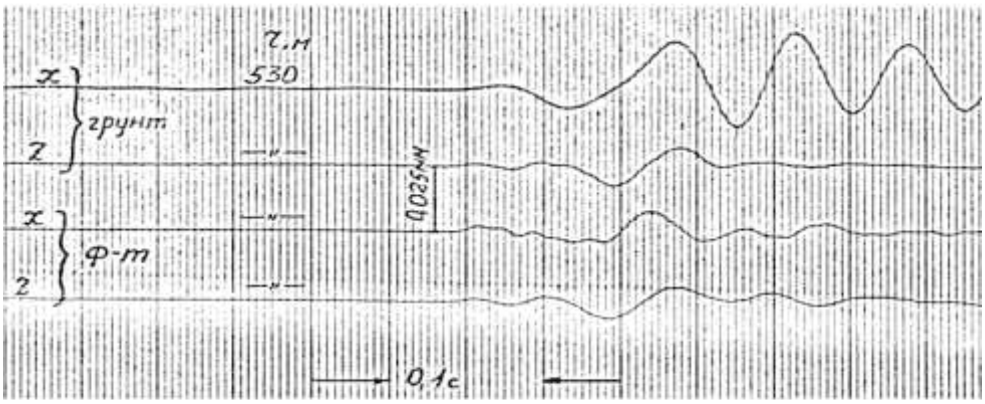


Рис.1 . Записи колебания грунта получены при взрыве в Каратауском карьере

Для теоретического изучения интенсивности колебаний для этого вида рельефа местности рассмотрим породы верхней и нижней террасы как слои одного и того же материала различной мощности. Предположим, что на нижнюю границу слоя из полупространства нормально падает поперечная волна *SH*. Тогда можно рассчитать сотрясения, создаваемые этой волной в слое и на его поверхности. В работе С.В. Пучкова и Д. Гарогозова [10,11] получено выражение для скорости смещений на поверхности сравниваемых слоев и их отношения в виде:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{\cos^2 \dfrac{p}{c_1} h_1 + \alpha^2 \sin^2 \dfrac{p}{c_1} h_1}}{\sqrt{\cos^2 \dfrac{p}{c_2} h_2 + \alpha^2 \sin^2 \dfrac{p}{c_2} h_2}}; \qquad (8)$$

здесь h_1 и h_2 – толщины слоев; $\alpha = \rho_1 v_1 / \rho_2 v_2$, c_1 и c_2; ρ_1 и ρ_2; v_1 и v_2 – скорости, плотности и коэффициенты Пуассона грунта основания и слоя.

Сравнение результатов расчета [12,13,14] и инструментальных данных показывает некоторые различия в значениях максимальных отношений амплитуд, что объясняется трещиноватостью породы данной местности. Максимальное отношение амплитуд колебаний горной породы на двух террасах, рассчитанное по формуле (8) составляет примерно 1,45. Приращение балльности по данным составляет меньше 0,4 балла.

Таким образом, на основе проведенных инструментальных и расчетных исследований можно заключить, что интенсивность сейсмических колебаний горных пород существенно зависит от формы рельефа, структуры и физико-механических свойств материала.

Заключения

Анализ результатов показывает, что колебания породы закономерно увеличивается с повышением высоты местности, но интенсивность этого увеличения на террасах меньше, чем в холмистых горных районах. Инструментальные исследования и проведенные расчеты показывают необходимость проведения дополнительных исследований при строительстве зданий и сооружений для понижения или повышения уровня сейсмичности строительных площадок в зависимости от рельефа местности.

Литература

1. Садовский М.А. Оценка сейсмически опасных зон при взрывах // Труды сейсмологического института АН СССР. 1920. № 106. С. 6-16.

2. Садовский М.А., Костюченко В.Н. О сейсмическом действии подземных взрывов // Доклады Академии наук СССР. 1974. Т. 215. № 5. С. 1097-1100.

3. Ляхов Г.М., Полякова Н.И. Волны в плотных средах и нагрузки на сооружения. М.: Недра, 1967. 232 с.

4. Ляхов Г.М. Основы динамики взрывных волн в грунтах и горных породах. М.: Недра, 1974. 192 с.

5. Адушкин В.В., Спивак А.А. Геомеханика крупных взрывов. М.: Недра, 1993. 319 с.

6. Родионов В.Н., Адушкин В.В., Костюченко В.Н., Николаевский В.Н., Ромашов А.Н., Цветков В.М. Механический эффект подземного взрыва. М.: Недра, 1971. 224 с.

7. Кутузов Б.Н. Безопасность взрывных работ в горном деле и промышленности. М.: Горная книга, 2009. 670 с.

8. Медведев С.В. Сейсмика горных взрывов. М.: Недра, 1964. 188 с.

9. Эквист Б.В., Брагин П.А. Оценка сейсмического воздействия от взрывных работ на окружающую среду и охраняемые объекты: Учебное пособие для вузов. М.: МГГУ, 2009. 60 с.

10. Господариков А.П., Горохов Н.Л. Динамический расчет трубопроводов на сейсмические воздействия // Записки Горного института. 2011. Т. 193. С. 318-321.

11. Бородавкин П.П. Механика грунтов. М.: Недра-Бизнесцентр, 2003. 349 с. 19. Селезнев В.Е., Алешин В.В., Прялов С.Н. Основы численного моделирования магистральных трубопроводов. М.: КомКнига, 2005. 496 с.

12. Safarov I. I.,. Teshayev M. Kh, Nuriddinov B. Z., Boltayev Z. I. Of Own and Forced Vibrations of Dissipative Inhomogeneous Mechanical Systems. Applied Mathematics, 2017, 8, 1001-1015. http://www.scirp.org/journal/am

13 . Safarov, I.I., Akhmedov, M.Sh. and Boltaev, Z.I. (2015) Setting the Linear Oscillations of Structural Heterogeneity. Viscoelastic Lamellar Systems with Point Relations. Applied Mathematics, 6, 225-234. https://doi.org/10.4236/am.2015.62022

14. Мубараков Я.Н. Сейсмодинамика подземных сооружений типа оболочек.- Ташкент: Фан.-1987.-192с.

НОЧИЗИҚЛИ БОШҚАРУВЛИ КАСР ТАРТИБЛИ ТЕНГЛАМАЛАР БИЛАН ИФОДАЛАНУВЧИ ҚУВИШ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ЎЙИНЛАР.

Алимов Ҳаким Неъматович
Жиззах давлат педагогика институти Сиртқи бўлим, Табиий ва аниқ фанларда масофавий таълим кафедраси мудири, физика-математика фанлари бўйича фалсафа доктори.
xakim-alimov@mail.ru
Вохидова Мамлакат Олимовна
Бухоро давлат университети Математика мутахислиги I босқич магистранти

R^m - $m-$ўлчовли Евклиднинг векторли фазосининг z нуқтасининг харакати

$$D^{\alpha} z = Az + f(u,\upsilon) \qquad (1)$$

дифференциал тенглама орқали ифодалансин, бунда $D^{\alpha}-\alpha$ тартибли касрли дифференциаллаш оператори, $n-1<\alpha<n,\ n\in N,\ t\in[0,T],\ A-m\times m-$ўзгармас матрица, $u,\upsilon-$бошқарувчи параметрлар, $u-$қувувчи ўйинчининг бошқарув параметри, $u\in P\subset R^n$, $\upsilon-$қочувчи ўйинчининг бошқарув параметри, $\upsilon\in Q\subset R^m$, P ва Q-бўш бўлмаган компакт тўпламлар; $f-P\times Q$ тўпламни R^m га узлуксиз акслантирилиши. Каср ҳосилани Капуто маъносида тушунамиз. Сўнг R^m да бўш бўлмаган ёпиқ терминалли $M-$ тўплам ўйиннинг тугатилиши тўплами белгиланади.

(1) ўйинда терминал тўплам $M=M_0+M_1$, кўринишга эга, бунда, M_0- R^m нинг чизиқли қисм тўплами, M_1-M_0 нинг R^m га ортогонал тўлдирувчиси L қисм фазонинг қисм тўплами. Сўнг П орқали R^m дан L га ортогонал проекциялаш матрицасини белгилаймиз.

Агар $z\in M$ шарт бажарилса ўйин тўгатилган ҳисобланади. Қуваётган ўйинчининг мақсади z ни M тўпламга чиқариш, қочаётган ўйинчи унга халақит беришга интилади.

Таъриф. Дифференциал ўйин $T=T(z^0)$ вақт ичида $z^0=(z_0^0,z_1^0,z_2^0,z_3^0,...,z_{n-1}^0)$ бошланғич холатдан тугатилиши мумкин дейилади, агар шундай ўлчамли $u(t)=u(z^0,t,\upsilon(t))\in P,\ t\in[0,T]$ функция мавжуд бўлсаки,

$$D^{\alpha} z = Az + f(u(t),\upsilon(t)),\quad z\in R^m,\ n-1<\alpha<n,\quad z(0)=z^0, \qquad (2)$$

тенгламанинг ечими $z\in M$ шартни қаноатлантирса, яъни Пz $t=T$ моментда ихтиёрий ўлчамли $\upsilon(t),\ \upsilon(t)\in Q,\ 0\le t\le T$. функцияларда M_1 тўпламга тегишли бўлади.

$E_{\eta}(G;\mu)=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{G^k}{\Gamma(k\eta^{-1}+\mu)}-$Миттаг-Лефлер [66] нинг умумлаштирилган матрицали функцияси бўлсин, бунда $\eta>0,\ \mu\in C$ (С-комплекс сонлар тўплами) $G-m$. тартибли ихтиёрий квадрат матрица.

$$z^{(k)}(0)=z_k^0,\quad k=0,1,...,n-1. \qquad (3)$$

бошланғич шартли (1) динамикли тизимни қараймиз.

У ҳолда (2) тенгламанинг (3) бошланғич шарти билан қуйидаги кўринишга эга.

$$z(t)=\sum_{k=0}^{n-1} t^k E_{\frac{1}{\alpha}}\left(At^{\alpha};k+1\right)z_k^0+\int_0^t (t-r)^{\alpha-1}E_{\frac{1}{\alpha}}\left(A(t-r)^{\alpha};\alpha\right)f(u(t),\upsilon(t))dr. \tag{4}$$

$r\geq 0,$ учун $\hat{w}(r)=\bigcap_{\upsilon\in Q}\Pi r^{\alpha-1}E_{\frac{1}{\alpha}}\left(Ar^{\alpha};\alpha\right)f\left(p,\upsilon\right)$ ни аниқлаймиз.

$$W(t)=\int_0^t \hat{w}(r)dr,\quad t>0,\quad W_1(t)=-M_1+W(t). \tag{5}$$

Қулайлик учун қуйидаги белгилашни киритамиз. $h_z\left(z^0,t\right)=\sum_{k=0}^{n-1} t^k E_{\frac{1}{\alpha}}\left(At^{\alpha};k+1\right)z_k^0.$

4.1.1. Теорема. Агар (1) ўйинда бирор $t=t_1$ да

$$-\Pi h_z\left(z^0,t\right)\in W_1(t), \tag{6}$$

тегишлилик бажарилса, у ҳолда қувишни z^0 дастлабки ҳолатдан $T=t_1$ вақт ичида тухтатиш мумкин.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Айзекс Р. Дифференциальные игры. – М.: Мир, 1967. – 480 с.
2. Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Минск: Наука и техника. 1987.– 688 с.
3. Маматов М.Ш., Алимов Х.Н. К решению задачи преследования в управляемых распределенных системах высокого порядка // Математические труды. Новосибирск. 2013. Т 16. -№2. с. 95-110.
4. Дурдиев Д.К., Алимов Х.Н., Маматов М.Ш. Дробное интегро-дифференциальное исчисление и его приложения в теории дифференциальных игр преследования дробного порядка//Бухоро давлат университети илмий ахборотномаси. Бухоро. 2016. -№3. 5-9 б.

ДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Исматов Х.Б.Бух ИТИ

При работе в условиях вибраций производительность труда снижается, растет число травм [1]. На некоторых рабочих местах в сельскохозяйственном производстве вибрации превышают нормируемые значения, а в некоторых случаях они близки к предельным. Не всегда соответствуют нормам уровни вибраций на органах управления. Обычно в спектре вибрации преобладают низкочастотные вибрации, отрицательно действующие на организм. Некоторые виды вибрации неблагоприятно воздействуют на нервную и сердечно-сосудистую системы, вестибулярный аппарат [2]. Наиболее вредное влияние на организм человека оказывает вибрация, частота которой совпадает с частотой собственных колебаний отдельных органов, примерные значения которых следующие (Гц): желудок - 2...3; почки - 6...8; сердце - 4...6; кишечник- 2...4; вестибулярный аппарат - 0,5..Л,3; глаза - 40...100 и т.д [3].

Воздействие на мускульные рефлексы достигает 20 Гц; нагруженное массой оператора сиденье на тракторе имеет собственную частоту вибрации 1,5...1,8 Гц, а задние колеса трактора - 4 Гц [4]. Организму человека вибрация передается в момент контакта с вибрирующим объектом: при действии на конечности возникает локальная вибрация, а на все тело - общая. Локальная вибрация поражает нервно-мышечные ткани и опорно-двигательный аппарат и приводит к спазмам периферических сосудов. При длительных и интенсивных вибрациях в некоторых случаях развивается профессиональная патология (к ней чаще приводит локальная вибрация): периферическая, церебральная или церебрально-периферическая вибрационная болезнь. В последнем случае наблюдаются изменения сердечной деятельности, общее возбуждение или, наоборот, торможение, утомление, появление болей, ощущение тряски внутренних органов, тошнота. В этих случаях вибрации влияют и на костно-суставной аппарат, мышцы, периферийное кровообращение, зрение, слух. Местные вибрации вызывают спазмы сосудов, которые развиваются с концевых фаланг пальцев, распространяясь на всю кисть, предплечье, и охватывают сосуды сердца.

Максимальная амплитуда колебаний брюшной стенки наблюдается на частотах 7...8 Гц. С увеличением частоты колебаний их амплитуда при передаче по телу человека ослабляется. В положении стоя и сидя эти ослабления на костях таза равны 9 дБ на октаву изменения частоты, на груди и голове - 12дБ, на плече -12...14 дБ. Эти данные не распространяются на резонансные частоты, при воздействии которых происходит не ослабление, а увеличение колебательной скорости.

В производственных условиях ручные машины, вибрация которых имеет максимальные уровни энергии (максимальный уровень виброскорости) в полосах низких частот (до 36 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечной ткани и опорно-двигательного аппарата. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают главным образом сосудистые расстройства. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8... 10 лет, а при воздействии высокочастотной вибрации - через 5 лет и раньше. Общая вибрация разных параметром вызывает различную степень выраженности изменений нервно и системы (центральной и вегетативной), сердечно-сосудистой системы и вестибулярного аппарата.

В зависимости от параметров (частота, амплитуда) вибрация может как положительно, так и отрицательно влиять на отдельные ткани и организм в целом. Вибрацию используют при лечении некоторых заболеваний, но чаще всего вибрацию (производственную) считают вредно влияющим фактором. Поэтому важно знать граничные характеристики, разделяющие позитивное и негативное влияние вибрации на человека.

Впервые на полезное значение вибрации обратил внимание французский ученый аббат Сен Пьер, который в 1734 г. сконструировал вибрирующее кресло для домоседов, повышающее мышечный тонус и улучшающее циркуляцию крови.

Производственная вибрация, характеризующаяся значительной амплитудой и продолжительностью действия, вызывает у работающих раздражительность, бессонницу, головную боль, ноющие боли в руках людей, имеющих дело с вибрирующим инструментом [5]. При длительном воздействии вибрации перестраивается костная ткань: на рентгенограммах можно заметить полосы, похожие на следы перелома - участки наибольшего напряжения, где размягчается костная ткань. Возрастает проницаемость мелких кровеносных сосудов, нарушается нервная регуляция, изменяется чувствительность кожи. При воздействии общей вибрации более выражены изменения со стороны центральной нервной системы: появляются головокружения, шум в ушах, ухудшение памяти, нарушение координации движений, вестибулярные расстройства, похудение.

Основные параметры вибрации: частота и амплитуда колебаний. Колеблющаяся с определенной частотой и амплитудой точка движется с непрерывно меняющимися скоростью и ускорением: они максимальны в момент ее прохождения через исходное положение покоя и снижаются до нуля в крайних позициях. Поэтому колебательное движение характеризуется также скоростью и ускорением, представляющими собой производные от амплитуды и частоты. Причем органы чувств человека воспринимают не мгновенное значение параметров вибрации, а действующее.

Вибрацию часто измеряют приборами, шкалы которых отградуированы не в абсолютных значениях скорости и ускорения, а в относительных - децибелах. Поэтому характеристиками вибрации служат также уровень колебательной скорости и уровень колебательного ускорения. Рассматривая человека как сложную динамическую структуру с изменяющимися во времени параметрами, можно выделить частоты, вызывающие резкий рост амплитуд колебаний как всего тела в целом, так и отдельных его органов. При вибрации ниже 2 Гц, действующей на человека вдоль позвоночника, тело движется как единое целое. Резонансные частоты мало зависят от индивидуальных особенностей людей, так как основной подсистемой, реагирующей на колебания, являются органы брюшной полости, вибрирующие в одной фазе. Резонанс внутренних органов наступает при частоте З...3,5 Гц, а при 4...8 Гц они смещаются.

Если вибрация действует в горизонтальной плоскости по оси, перпендикулярной позвоночнику, то резонансная частота тела обусловлена сгибанием позвоночника и жесткостью тазобедренных суставов. Область резонанса для головы сидящего человека соответствует 20…30 Гц. В этом диапазоне амплитуда виброускорения головы может втрое превышать амплитуду колебаний плеч. Качество зрительного восприятия предметов значительно ухудшается при частоте 60…70 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок.

Исследователи Японии установили, что характер профессии определяет некоторые особенности действия вибрации. Например, у шоферов грузовых машин широко распространены желудочные заболевания, у водителей трелевочных тракторов на лесозаготовках – радикулиты, у пилотов, особенно работающих на вертолетах, наблюдается снижение остроты зрения.

Список литература

1. *Каиров А.С., Каиров В.А.* Численное исследование свободных колебаний конструктивно неоднородных подкрепленных оболочек с присоединенными твердыми телами // Вiсник Донецького унiверситету, Сер.А: Природничi науки, 2008, вип.1.- С. 170-174.

2. *Беспалова Е.И.* Колебания пластин с присоединенными массами, распределенными по участку поверхности // Прикл. мех.– 1978.–23, N 6.– С. 78–83.

3.Андреев Л.В., Дышко А.Л., Павленко И.Д. Динамика пластин и оболочек с сосредоточенными массами.-М. Машиностроение, 1988.-200с.

“НАЗАРИЙ МЕХАНИКА” ФАНИНИНГ МУҲАНДИС КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШДАГИ ЎРНИ ҲАМДА УНИ ЎҚИТИШГА ЗАМОНАВИЙ ЁНДАШУВ

И. Мирзаев, Ҳ. Жумаев

Тошкент давлат транспорт университети. Тошкент. Ўзбекистон. тел. 90 168 9291

Малакали муҳандис мутахассисларни тайёрлашда назарий механика фани алохида аҳамиятга эга.

Шахсга қаратилган таълим системаси олий мактабдан мутахассис тайёрлашни такомиллаштиришни, ўз касбининг етук устаси ва бошқа соҳаларга осон мослашувчан кадр-ларни тарбиялашни талаб қилади.

Ҳозирги шароитда, айниқса, техника соҳасида малакали кадрларни тайёрлаш долзарб бўлиб турибди.

Кейинги ўн йилликларда ёш авлоднинг муҳандислик мутахассислигига қизиқиши сезиларли равишда камайди ва муҳандислик касбининг мавқеини кўтариш устида тизимли иш олиб борилмаса, жамиятнинг етарли тараққий этишини таминлаш муаммо бўлиб қо-лади.

Муҳандис мутахассисларнинг касбий тайёргарлик ҳолати, уларнинг сифати ўзгари-шининг истиқболлари олий талим муасссасаларининг асосий вазифаларидан бири бўлиб қолди.

Ҳозирги замон муҳандиси фаолияти жуда мураккаб бўлиб бормоқда, натижада муҳандислик мутахассисига талаблар ҳам кучаймоқда. Билимларнинг ҳажми ва чуқур-лиги билан биргаликда, уларда ностандарт фикрлашни ҳам тарбиялаш, кундалик касбий вазифаларни ҳал қилишга ижодий ёндашишни ўргатиш зарурияти пайдо бўлмоқда. Шун-дан келиб чиқиб, техник йўналишдаги мутахассисларни тайёрлаш ижтимоий ва ишлаб чиқариш муносабатларидан ташқари бўлғуси мутахассиснинг шахс сифатидаги қобилия-тини таъминлаш қуйидаги таълабларни қўяди:

- янги ижтимоий-иқтисодий шароитларга мослашувчанлиги;
- ностандарт ҳолатларда мустақил ечимлар топиши;
- ижодий фикрлаши ва ҳаракат қилиши.

XXI асрдаги техник таълим муҳандиснинг жамиятдаги интегратив ролини тушуниш-га асосланган бўлиши лозим. Бу ҳар бир талабада аналитик қобилиятларни, янгиликларга ўчлик ва ўз билимларини бутун ҳаёти давомида тўлдириб боришга, ҳамда дунё бозоридаги технологик ўзгаришларга мослашувчанлигини талаб қилади.

Бу вазифалар олий таълим тизимида алоҳида танлаб олинган фанларни ўқитишни такомиллаштириш билан ҳал қилинади.

Назарий механика атрофимиздаги кўплаб муҳим ҳодисаларни тушунтирибгина қол-масдан, барча техник фанларнинг илмий асоси ҳам ҳисобланади. Унинг усул ва услубла-ри машина ва иншоотларни лойиҳалашдаги барча техник ҳисоб-китобларда ишлатилади. Назарий механика фанини ўқитишда талабаларнинг қизиқишини ва эътиборини ошириш учун ҳар бир йўналишга мослаб ҳаётий мисолларни келтириш зарур.

Муҳим таълим жиҳатлари билан биргаликда, назарий механикани ўрга-ниш келгусидаги муҳандиснинг касбий фикрлашини ривожланишида ҳам жуда катта аҳамият касб этади.

Талаба томонидан назарий механика қанча яхши ва чуқур ўрганилса, бошқа техник фанларни ўрганиш шунча самарали бўлади.

Назарий механика қадимий тарихга эга бўлиб, юз йиллар давомида шаклланди ва кўплаб олий ўқув юртларида уни ўқитиш савияси юқори даражада олиб борилмоқда. Шу билан биргаликда олий ўқув юртларининг кўплаб ўқитувчилари учун назарий механика фани эски қолипдаги, янгиликлардан ҳоли фан бўлиб қолмоқда, келгуси муҳандиснинг шаклланишида аниқ амалий аҳамияти кўрсатилмаган фан бўлиб қолмоқда.

Ўқитиш ҳали ҳам классик усулда мавзуни баён қилиш ва кейинги ўзлаштириш учун назоратдан иборат бўлиб қолмоқда. Бу эса назарий механикани ўқитишнинг ҳозирги замон муҳандисини касбий тайёрлашдаги асосий ва муҳим ролини таминламаяпти.

Назарий механикани ўрганиш технологиясига, яъни табиатнинг ҳодисаларини англаш ва техниканинг назарий асоси сифатида бугунги кунда жуда катта илмий қизиқиш кўрса-тилмоқда. Чет элнинг ривожланган давлатларида бу масалага катта аҳамият бераётган кўп олимларни санаб чиқиш мумкин. Ўз вақтида бу масаланинг муҳимлигини И. В. Мешерс-кий, А.А. Яблонский, Н.Н. Бухгольц, Н.Е. Жуковский, Н.В. Бутенин, Н.А. Кильчевский, Е.М. Никитинлар кўрсатиб ўтганлар. Ўзбек олимлари М.Т. Ўрозбоев, В.Қ.Қобулов, Т. Рашидовлар ҳам бу масалага жуда катта эътибор беришган.

Жумладан, яқинда 2020 йилда нашрдан чиққан Академик А. Рашидов ва бошқалар то-монидан яратилган “Назарий механика” дарслиги аввалги нашридан қайта ишланганлиги, янги масала ва топшириқлар қўшилгани билан фарқ қилади. Дарсликнинг биринчи нашри “Назарий механика асослари” номи билан 1990 йилда кирилл алифбосида нашр қилинган эди. Биринчи нашрнинг электрон варианти сақланмаганлиги, лотин алифбосидаги дарслик-ка бўлган эҳтиёж, ҳамда салкам 30 йил орасида назарий механика фанини ўқитиш дастур-ларидаги ўзгаришлар иккинчи нашрни тайёрлашга ундади.

Талабаларга қулайлик яратиш мақсадида китоб назарий механика ама-лий машғулотларида мустақил ишлашга бериладиган ҳисоб-график ишлари билан тўлдирилди.

Кейинги йилларда интернет тармоғида И. В. Мешчерский раҳбарлигида яратилган “Назарий механикадан масалалар тўплами”, А. А. Яблонский таҳриридаги “Назарий меха-никадан курс ишлари учун топшириқлар тўплами” китобларидаги масалаларнинг ечимлари пайдо бўлгани ва бир қанча ўзбек тилида масала тўпламлари таржималари яратилганлиги ҳамда кўплаб масалалар ечиш учун услубий қўлланма ва кўрсатмалар яратилганлиги талаба-ларга мустақил масала ечишга қулайлик муҳитини юзага келтирди. Шунга асосан, аввалги нашрдаги баъзи масалалар олиб ташланиб, мустақил ечиш учун масалалар билан тўлдирил-ди.

Кейинги йилларда аудитория соатларининг қисқартирилиб, мустақил таълимга соат-лар кўпайганлиги назарий механика фанини талабаларга ўргатишда янгича ёндашишни та-лаб қилмоқда. Булар жумласига қуйидагилар киради:

- маъруза соатларида мавзуга доир кичик масалалар ечиб кўрсатиш;
- талабаларга кейинги маърузанинг ёки ўтилаётган маърузанинг қисқача мазму-нини акс эттирган тарқатма материаллар тарқатиш;
- педагогик технологияларнинг бутун аудиториянинг эътиборини тор-тадиган усулларидан фойдаланиш;
- ахборот технологияларидан мунтазам фойдаланиш ва мавзуни мисол-лар билан бойитишга ҳаракат қилиш;
- ахборот коммуникациялари етарли бўлмаганда, масалан, проектор етарли бўлмаса, талабаларга маъруза матнини телеграм орқали гуруҳларга юбориш, ноутбук билан дарсга кириш ва талабаларга маърузани электрон воситаларга ёзиб олиш имконини яратиш;
- талабалар ичидан назарий механикага иқтидори сезилган талабаларда мавзуни тўлиқ ўзлаштиришига эришиш ва уларни қолган талабаларга ўргатишга рағбат-лантириш;
- амалиёт дарсларида кўп сондаги масала ечиш мақсадида назарий механика масалалар тўпламининг ҳар бир столда бўлишини талаб қилиш ёки ҳеч бўлмаганда талабанинг мобил телефонида бўлишига эришиш;
- интернет тармоғида мавжуд бўлган назарий механикадан масалар тўпламлари ечимлари ва бошқа услубий имкониятлар билан талабаларни мунтазам равишда таъминлаб бориш;

- талабаларни мунтазам ҳозирги замон хисоблаш дастурлари билан та-ништириб бориш. Ушбу дастурлар кейинги пайтларда инженерлик лойиҳалари-нинг барча йўналишларида муваффақиятли қўлланилмоқда (ANSYS, Лира, APM WinMachine ва бошқалар).

Юқоридаги таклифларни янада кўпайтириш мумкин, агар педагог назарий механика фанини талабаларга чуқур ўргатишни ўз олдига мақсад қилиб қўйган бўлса.

Адабиётлар:

1. Александров Е.В., Свешникова В.А. В поисках эффективных методов обучения. Теоретическая механика./ Сборник науч. - метод. Статей. Выпуск 2. -М: МПИ, 1991.

2. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. М.: Высш. Шк., 2000.

3. Архангельский СИ. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. М.: Высш. Шк., 1980.

4. Архангельский СИ. Лекции по теории обучения в высшей школе. -М., 1974.

5. Вильке В .Г. Теоретическая механика. М.: МГУ, 1991.

6. Милованова Л.Н. “Подготовка инженера в процессе преподования теоретической механики. Диссертация канд. пед.наук. 2005.

7. Буга П., Карпов В. Технологии обучения в высшей школе // Вестник высшей школы, 1991, №5.

8. Т.Рашидов, Ш. Шозиётов, Қ. Мўминов, Ҳ. Жумаев. Назарий механика.Тошке-нт.2020.

9. Ахтямов А.В., Колмыкова И.В. Применение APM WinMachine решению задач по теоретической механике. - Белгород:Издат. БГТУ, 2012 - 112с.

ЭРИТИЛГАН ПИШЛОҚ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ ТИФ ТН АСОСИДА ТАСНИФЛАШ.

ТКТИ 1- курс магистранти Камолова Д.С.

Илмий раҳбар (PhD) Саматов А.А.

Дунё миқёсида, айниқса ҳамдўстлик мамлакатларида пишлоқ маҳсулотининг сифат кўрсаткичлари текширувларида асосан маҳсулот таркибидаги умумий оқсил, ёғлар қуруқ моддалар ва сув ҳамда қўрғошин, симоб каби баъзи бир оғир металларнинг миқдорлари аниқланади. Пишлоқ маҳсулотлари сифатини текширишда кимёвий таркибини физик-кимёвий усуллар билан тадқиқ этиш яхши натижаларни беради. Шунга кўра, пишлоқ маҳсулотларини экспертизадан ўтказишни, товар сифатини назорат қилишни ва сертификатлашнинг замонавий усулларини яратишни ва амалиётга жорий этишни тақозо этмоқда. Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти (ЖССТ) маълумотларига кўра, дунё аҳолиси орасида жон бошига истеъмол қилинадиган пишлоқ маҳсулотлари кунлик меъёри 100г ни, сут маҳсулотларининг меъёри эса 900-1000 г ни ташкил қилади. Дунё миқёсида бир йилда пишлоқ ишлаб чиқариш ўртача 14 млн, тоннани ташкил этади. Ер юзида пишлоқларнинг 500 дан ортиқ турлари мавжуд бўлиб, улардан атига 20 яқини бизнинг республикамизда ишлаб чиқарилади. Четдан импорт қилинаётган пишлоқ маҳсулотларининг сифати давлат стандартлари, санитария эпидемиология ҳужжати ва ташкилот стандарти бўйича биокимёвий, физик-кимёвий ва органолептик усуллар ёрдамида назорат қилиш орқали илмий асосида тўғри сертификатлаш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистонда барча маҳсулотлар қатори пишлоқ маҳсулотларини ҳам экспертизадан ўтказишни замонавий ва тезкор услубларини ишлаб чиқиш, уларнинг кимёвий таркиби асосида халқаро код рақамларини жорий этиш ва такомиллашган сертификатлашни йўлга қўйиш бўйича муаён натижаларга эришилмоқда. Сифатли пишлоқ маҳсулотлари сифатли сутдан технологик жараёнларни қўллаш орқали олинади. Сутнинг таркибида 12 хил витаминлар мавжуд бўлиб, улардан А, $Д_1$, $Д_2$, $Б_2$ витаминлари жуда муҳим аҳамиятга эга. Сут ва сут маҳсулотлари инсон организмини витамин А ва Б гуруҳи витаминларига бўлган эҳтиёжини тўла, С ва Д витаминларига бўлган эҳтиёжини қисман қондириши мумкин. Ёзги сут А витамларга бой бўлади. Сутдаги турли минерал тузлардан кальций ва фосфор тузларининг аҳамияти муҳим. Бу тузлар сутда организмга яхши сингай оладиган ҳолатида бўлади. Озиқ-овқат таркибида сутнинг бўлиши бошқа маҳсулотлардаги кальций тузининг ҳазм бўлишини кучайтиради. Қайта ишланган пишлоқлар калория таркиби, ҳайвонларнинг юқори даражадаги оқсиллари, фосфор тузлари таркибидаги табиийлардан кам бўлмаган холда бўлади. Қайта ишланган пишлоқлар, табиийлардан фарқли равишда, иссиқлик билан ишлов бериш орқали эса, пишлоқ микрофлорасининг ҳажмини сезиларли даражада камайтиради. Баъзи пишлоқ турлари (пластик ширин) сувда эритилиб, ичимлик шаклида истеъмол қилинади. Қайта ишланган пишлоқлар турли хил пишлоқлар, творог, сметана, сут кукуни, сариёғ, туз эритмаси ёки зираворларсиз ёки бошқа хом ашёлардан тайёрланади. Пишлоқ массасининг мустаҳкамлигини яхшилайди. Кейин пишлоқ массаси 60°-85°C ҳароратда вакуумли қозонларда эритилади. Эритгандан сўнг, иссиқ суюқ ҳолатда бўлган пишлоқ массаси улуши билан алюминий лакланган фолга пакетларига қадоқланади. Сутнинг таркибидаги темир модда ҳам осон ҳазм бўлади. Қуйидаги жадвалда, сутнинг кимёвий таркиби ва калориялиги келтирилган.

	Сув	100 гр сутда, гр ҳисобида				Калориялиги, к/кал 1кг сутда
		қуруқ моддалар	оқсил	Ёғ	сут қанди	
Сигир сути	87.5	12.5	3.3	3.8	4.7	713
Эчки сути	87.0	13.0	3.5	4.1	4.6	758
Қўй сути	82.1	17.9	5.8	6.7	4.6	1082
Бия сути	90.0	10.0	2.0	1.0	6.7	497
Туя сути	86.4	13.6	3.5	4.5	4.9	797

Бу жадвал, барча турдаги хайвонлар сути кимёвий моддаларга бой эканини кўрсатади. Янги соғилган сут минералларга бой бўлади. У жуда кўп хусусиятига ҳам эга, яъни ўзига тушган бактерияларнинг кўпайишига йўл қўймайди ва ҳатто уларни нобуд қилиш мумкин. Янги соғилган сутнинг бактерицидлик хусусиятини сақлаб қолиш учун у совитилади. Сутнинг бактерицидлик хусусияти 3 соатгача, 15^oC да 8 соатга яқин, 10^oC да 24 соатгача сақланади. Сутнинг сифати, уни қайта ишлаш режими ва пишлоқни тайёрлаш технологиясига қараб мазаси, қаттиқ ёки юмшоқлиги, ташқи кўриниши билан бир-биридан фарқ қиладиган ҳар-хил пишлоқлар олинади. Бу белгиларга кўра унинг қаттиқ, юмшоқ, шўрроқ, майин ва сут кислотали хиллари бўлади. Қуруқ моддасида 20-60% гача ёғи бўлган пишлоқ таркибидаги ёғ миқдори ундаги сув миқдорига қараб ўзгариши мумкин, Шу сабабли пишлоқнинг ёғлилиги қуруқ модда вазнига нисбатан олинади. Ёғ миқдори 50% дан кам бўлмаган пишлоқда квадрат шаклли, 45% дан кам бўлмаганларга эса саккиз бурчакли штамп босилади. Пишлоқ доналарини бирлаштириш мақсадида уларга шакл берилади. Шакл беришнинг асосий фактори ҳарорат ҳисобланади. Шунинг учун пишлоқ доналари совумасдан унга тезда шакл берилади. Пишлоқ ишлаб чиқариш турига қараб шакл беришнинг қуйидаги усуллари қўлланилади:

- Тайёр пишлоқ доналари насос орқали махсус шакл берувчи ваннага келтирилади. Бунда пишлоқ доналари зардоб остида пласт кўринишда йиғилади. Пласт ҳосил бўлишининг охирида зардоб ажратилади ва пласт 1-5 кПа босимда 15-30 минут прессланади. Пресслanган пласт маълум ўлчамларда кесилади ва пресс-шакл берувчи жиҳозда шакл берилади.

- Зардоби 50-60 % ажратилган пишлоқ доналари насос орқали шакл бериш жиҳозига юборилади. Шакл бериш жиҳозида пишлоқ ўз-ўзидан прессланади ёки баъзан улар 1-5 кПа босим остида 30-60 минут оралиғида пресслаб олинади.

- Зардоби 60-65 % ажратилган тайёр пишлоқ насос орқали зардоб ажратувчи жиҳозга келиб тушади. Зардобидан ажратилади ва пишлоқ доналари якка ёки умумий шакл бериш қолипларига солинади. Қолипда пишлоқ доналари аралаштирилади ва прессланади.

Ўзбекистон Республикаси мустақилликка эришгач жаҳон стандартлари даражасида товар яратиш учун ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш билан бир қаторда товарларга давлатлараро иқтисодий муносабатларда бериладиган халқаро код рақамларини тўғри белгилаш ҳамда маҳсулотларни сертификатлаш муаммоларини илмий асосида такомиллаштириш энг муҳим, ҳал этилиши зарур бўлган долзарб масалалардан бирига айтилади.

Республикамизга импорт қилинаётган ва экспертга чиқарилаётган пишлоқ маҳсулотлари Ўзбекистон Республикаси ТИФ ТНнинг амалдаги вариантида қуйдаги тарзда ***0406 позиция*** билан 5 хил субпазицияда (040610, 040620, 040630, 040640, 040690) ҳамда 124 хил подсубпазицияда таснифланган.

Юқоридаги вазифалардан келиб чиққан ҳолда, янги эритилган пишлоқ маҳсулотларининг ТИФТН бўйича тегишли код рақамларини ишлаб чиқишдан иборат.

Адабиётлар рўйхати

1. “Сут ва сут маҳсулотларининг хавфсизлиги тўғрисида” ги умумий техник регламентига (UzTR.474-020:2017)

2. Г.Ҳ.Хамроқулов, А.А. Саматов ТЙ 26630968-01:2019 «Эритилган пишлоқ маҳсулотлари хавфсизлиги бўйича техник йўриқнома»

3.“Standart” журнали-2021йил 1-сон

4.www.standart.uz

ОДНОМЕРНЫЕ ДВИЖЕНИЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ СО СФЕРИЧЕСКИМИ, ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ И ПЛОСКИМИ ВОЛНАМИ

А.Н.Набиев (ТКТИ, д.п.н., проф.)

Аннотация. В статье изложена вывод уравнений одномерного движения однородной и непрерывной сплошной среды – грунта в переменных Лагранжа.

Ключевые слова. Однородность, смещение и плотность грунта, взрыв, главные напряжения, динамические напряжения,

При изучении влияния различных сильных взрывов на специальных крупных подземных сооружениях, создание взрывным способом различных котлованов, шахтных стволов, каналов и подземных ёмкостей газо и нефтехранилищ грунты моделируются сжимаемой, упругопластической сплошной средой [1, 2].

Вырежем бесконечно малый элемент из движущейся среды – грунта, занимающем все про-странство при взрыве взрывчатого вещества двумя парами взаимно перпенди-кулярных меридиональных сечений и двумя концентри-ческими сферическими поверхностями (рис. 1).

Примем расстояние $\boldsymbol{r}$ рассматриваемой точки от начала координат до возникновения движения за координату Лагранжа, через $(\boldsymbol{r}, \boldsymbol{t})$ обозначим смещение, $\boldsymbol{t}$ - время, $\boldsymbol{\rho_0}$ - начальная массовая плотность.

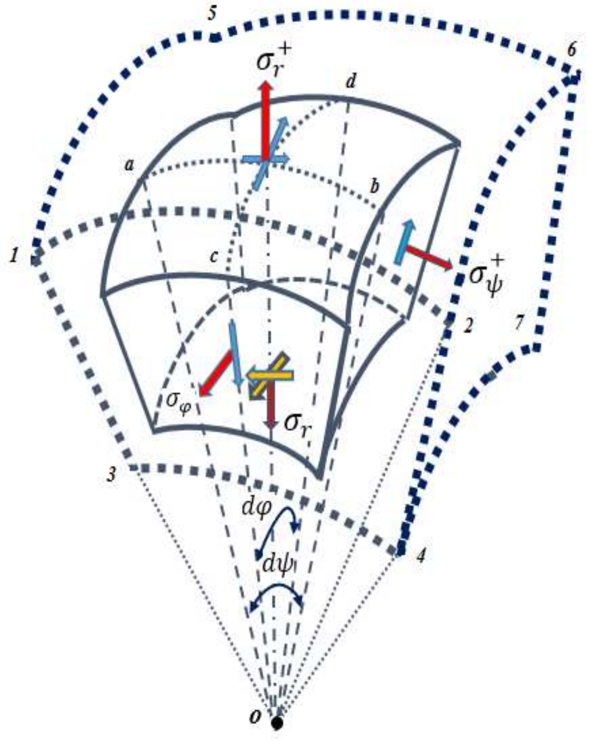


Рис. 1.

А также через $\boldsymbol{\sigma}$ и $\boldsymbol{\tau}$ с соответствующим индексом обозначается нормальное и касательное напряжение по принятой в теории упругости и пластичности системы.

Выясним общий характер напряженного состояния элементарного элемента, грани которого являются главными площадками и по ним действуют, допустим три положительные взаимно перпендикулярные главные нормальные напряжения, соответственно $\sigma_r^{\text{гл}} \geq \sigma_\psi^{\text{гл}} \geq \sigma_\varphi^{\text{гл}}$ (далее $\sigma_r^{\text{гл}} = \sigma_r$). Данный элемент – усеченной пирамиды с ребрами, сходящимися в центре сферы, имеет объёма $\boldsymbol{r^2 dr \cdot d\varphi \cdot d\psi}$.

В теории упругости и пластичности установлена, что при изменении ориентации граней выделенного элемента напряжения на его гранях также будут изменится: увеличивается или уменьшается. Всегда можно найти такую ориентацию элемента, выделенные из внутри основного элемента, при которой в его гранях кроме нормального и касательные составляющие напряжений будут действовать (рис. 2, а, б).

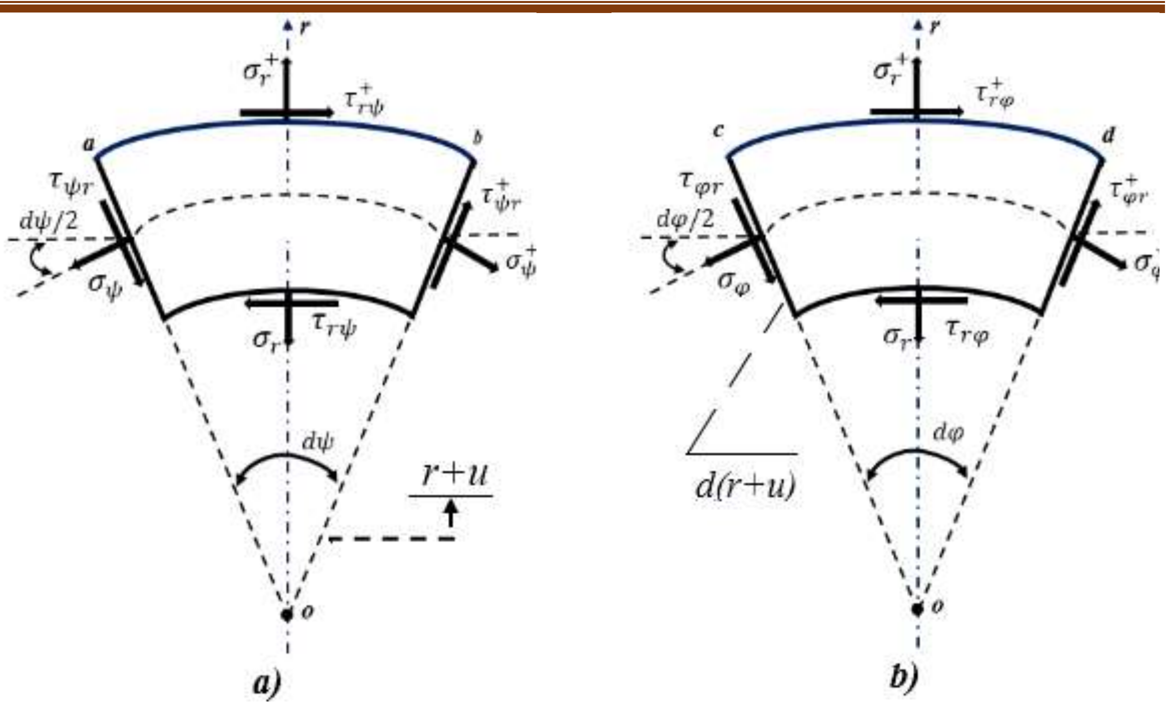


Рис.2

Естественно, что оба элемента определяют одно и тоже напряженное состояние: внешний элемент представляет его главными напряжениями и внутренний элемент – напряжениями в наклонных площадках. В свою очередь внутри «внутреннего элемента» можно выделит элемент, грани которого будет главными площадками, где действуют только нормальные напряжения. Элементы могут быть выбраны сколь – угодно малыми. Тогда все они и каждой из них будет характеризовать определённое напряженное состояние в рассматриваемой точке среды.

Рассмотрим равновесие сил: напряженное состояние объёмное, деформированное состояние одноосное – радиальное. Проектируя все силы на ось r (массовыми силами пренебрегаем), проходящую через центра тяжести элемента, получим для уравнения движения:

$$\rho_0 r^2 dr\cdot d\varphi\cdot d\psi\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -(r+u)^2 d\varphi\cdot d\psi\cdot\sigma_r + \tag{1}$$

$$[(r+u)+d(r+u)]^2\cdot d\varphi\cdot d\psi\cdot(\sigma_r+\frac{\partial\sigma_r}{\partial r}dr) - d(r+u)\cdot(r+u)d\psi\cdot\sigma_\varphi$$

$$\cdot\sin\left(\frac{d\varphi}{2}\right) - d(r+u)\cdot(r+u)d\psi\cdot\left(\sigma_\varphi+\frac{\partial\sigma_\varphi}{\partial\varphi}d\varphi\right)\cdot\sin\left(\frac{d\varphi}{2}\right)$$

$$- d(r+u)\cdot(r+u)d\varphi\cdot\sigma_\psi\cdot\sin\left(\frac{d\psi}{2}\right) - d(r+u)\cdot(r+u)d\varphi$$

$$\cdot\left(\sigma_\psi+\frac{\partial\sigma_\psi}{\partial\psi}d\psi\right)\cdot\sin\left(\frac{d\psi}{2}\right) - d(r+u)\cdot(r+u)d\psi\cdot\tau_{r\varphi}\cdot\cos\left(\frac{d\varphi}{2}\right)$$

$$+ d(r+u)\cdot(r+u)d\psi\cdot\left(\tau_{r\varphi}+\frac{\partial\tau_{r\varphi}}{\partial\varphi}d\varphi\right)\cdot\cos\left(\frac{d\varphi}{2}\right) - d(r+u)$$

$$\cdot(r+u)d\varphi\cdot\tau_{r\psi}\cdot\cos\left(\frac{d\psi}{2}\right) + d(r+u)\cdot(r+u)d\varphi\cdot\left(\tau_{r\psi}+\frac{\partial\tau_{r\psi}}{\partial\psi}d\psi\right)$$

$$\cdot\cos\left(\frac{d\psi}{2}\right)$$

Вследствие малости угла $d\psi$ и $d\varphi$ однородности и симметричности грунта, можно принимать, что: $\sigma_\psi = \sigma_\varphi$, $d\psi = d\varphi$.

Учитывая инвариантность главных напряжений, действующих на главных площадках, после соответствующих преобразования одинаковые члены и отбрасывая величины высшего порядка:

$$\rho_0\, r^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = (r+u)^2 \cdot \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + (\sigma_r - \sigma_\varphi) \cdot \frac{\partial}{\partial r}(r+u)^2 + \frac{\partial \tau_{r\varphi}}{\partial \varphi} \frac{\partial}{\partial r}(r+u)^2$$

2)

где, третье слагаемое учитывает наличие касательных напряжений в наклонных площадках.

Согласно круга Мора имеем:

$$\tau_{r\varphi} = 0{,}5 \cdot (\sigma_r - \sigma_\varphi) \cdot sin2(d\varphi) \quad \text{(a)}$$

Условие предельного состояния, основанного гипотезе Прандтля в случае пространственного движения связных грунтов:

$$\sigma_r - \sigma_\varphi = 2\text{H} \cdot cos\gamma + sin\gamma \cdot (\sigma_r + \sigma_\varphi) \quad \text{(б)}$$

или

$$\sigma_r - \sigma_\varphi = -\frac{\tau_{\text{сц}}}{1+\mu_{\text{тр}}} + \frac{2\mu_{\text{тр}}}{1+\mu_{\text{тр}}} \cdot \sigma_r \quad (3)$$

где, $\tau_{\text{сц}} = 2\text{H} \cdot cos\gamma$ – параметр, характеризующий сцепления между частицами среды, $\mu_{\text{тр}} = sin\gamma$ – параметр, характеризующий внутреннего трения между частицами среды.

Учитывая условие предельного состояния, имеем:

$$\rho_0\, r^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = (r+u)^2 \cdot \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + (\tau_o + \mu_o \cdot \sigma_r) \cdot \frac{\partial}{\partial r}(r+u)^2 + (\tau_o + \mu_o \cdot \sigma_r) \cdot cos2(d\varphi) \cdot \frac{\partial}{\partial r}(r+u)^2$$

4)

Где, $\tau_o = -\frac{\tau_{\text{сц}}}{1+\mu_{\text{тр}}}$, $\mu_o = \frac{2\mu_{\text{тр}}}{1+\mu_{\text{тр}}}$.

Закон сохранения массы выделенной частицы дает

$$\rho_0\, r^2 dr \cdot d\varphi \cdot d\psi = \rho\, (r+u)^2 \cdot d\varphi \cdot d\psi \cdot d(r+u) \quad (в)$$

Это выражение после упрощения принимает вид

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{\partial}{\partial r}(r+u)^3 = \frac{\rho_0}{\rho} \cdot r^2 \quad (5)$$

Система уравнений (3), (4), (5) содержит следующие четыре неизвестные функции: главные напряжения $\boldsymbol{\sigma_r}$ и $\boldsymbol{\sigma_\varphi}$; смещение $\boldsymbol{u}$ и плотность $\boldsymbol{\rho}$ и, следовательно, является незамкнутой.

Для замыкания системы уравнений необходимо в качестве дополнительной связи зависимость между $\sigma(\varepsilon)$ и $\sigma_i(\varepsilon, \varepsilon_i)$ при высоких динамических напряжениях и больших скоростях деформации, для случая нагрузки и разгрузки грунтов или горных пород [3].

Обобщая полученных, уравнения динамического движения и неразрывности грунта в переменных Лагранжа запишем в следующем виде:

$$\boldsymbol{\rho_0\, r^\nu \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = (r+u)^\nu \cdot \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + (\tau_o + \mu_o \sigma_r) \cdot \frac{\partial}{\partial r}(r+u)^\nu + (\tau_o + \mu_o \sigma_r) \cdot cos2(d\varphi) \cdot \frac{\partial}{\partial r}(r+u)^\nu} \quad 6)$$

$$\boldsymbol{\frac{1}{\nu+1} \cdot \frac{\partial}{\partial r}(r+u)^{\nu+1} = \frac{\rho_0}{\rho} \cdot r^\nu}$$

7)

где, $\boldsymbol{\nu = 2,\ 1,\ 0}$ – постоянные, соответствующие для случаев сферического, цилиндрического и плоского одномерного волнового движения.

Литература

1. Рахматулин Х.А., Сагомонян А.Я., Алексеев Н.А. Вопросы динамики грунтов, М.: Изд-во МГУ им. Ломоносова, 1964, стр. 240.

2. Ляхов Г.М. Основы динамики взрывных волн в грунтах и горных породах, М.: Изд-во «Недра», 1974, стр. 192.

3. Набиев А.Н. и др. К исследованию задачи о распространении цилиндрической ударной волны в упругопластической среде // "Ҳозирги замон аниқ ва техник фанлар муаммолари ва уларнинг ечимлари" мавзусидаги Республика илмий-назарий конференция материаллари, Ажинияз номидаги НДПИ, Нукус.: 2018. 90-94 бетлар.

ИЗОМЕТРИИ ОБОБЩЕННЫХ *LOG*-АЛГЕБР, ПОСТРОЕННЫХ ОТНОСИТЕЛЬНО σ - КОНЕЧНЫХ МЕР.

[1]Мадаминов Б.А., [2]Юлдашев С.М.

[1]*Старший преподаватель кафедры «Высшая математика» ТКТИ*

[2]*Магистр Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека*

В работе [1] введены коммутативные и некоммутативные log-алгебры. Доказано, что они являются F-пространствами. В работе [2] установлены необходимое и достаточное условия изоморфности log-алгебр, построенных на пространствах с σ-конечно мерой. F-пространств интегрируемых с логарифмом функций также рассматривались в работах [3],[4]. Эти log-алгебры являются содержательными примерами полуполей.

В настоящей статье доказывается критерий изометричности функциональных log-алгебр, построенных по различным строго положительным σ-конечным мерам. Рассматриваемые в статье log-алгебры являются содержательными примерами полуполей. Отдельно рассматриваются внешние, внутренние и обобщенные log-алгебры. При этом существенно используется теорема Магарам и понятие паспорта [5].

Булевой алгеброй называется дистрибутивная структура с не равными друг другу нулем и единицей.

Булева алгебра называется *полной,* если всякое множество ее элементов имеет верхнюю и нижнюю грани.

Говорят, что отображение φ булевой алгебры ∇_μ на булеву алгебру ∇_ν есть *изоморфизм*, если оно взаимнооднозначно и сохраняет порядок.

Будем говорить, что пары (∇_μ, μ) и (∇_ν, ν) *изоморфны*, если между этими алгебами существует сохраняющий меру изоморфизм, т.е. $\mu(x) = \nu(\alpha(x))$, где α изоморфизм булевых алгебр ∇_μ и ∇_ν.

Мера μ на булевой алгебре ∇_μ называется *строго положительной*, если из $\mu(x) = 0$ следует, что $x = 0$.

Определение 1. [1] Пусть

$$\mathcal{L}_{log}(\nabla_\mu) = \{f \in \mathcal{L}_0(\nabla, \mu) : \int_\Omega log(1+|f|)dx < +\infty\}.$$

$\mathcal{L}_{log}(\nabla_\mu)$ является F-пространством относительно F-нормы $\| f \|_{log} = \int_\Omega log(1+|f|)d\mu$. В [1] также показано, что $\mathcal{L}_{log}(\nabla_\mu)$ является алгеброй. Назовем эту алгебру *внешней* log-алгеброй.

Определение 2. Обозначим через $\{\nabla_{s_i}\}$ однородные компоненты булевой алгебры ∇, для которых

$$\tau_{s_i} = \tau(\nabla_{s_i}) < \tau_{s_{i+1}}, \mu(s_i) = \infty,$$

а через $\{\nabla_{u_i}\}$ обозначим однородные компоненты булевой алгебры ∇, для которых $\tau_{u_i} = \tau(\nabla_{u_i}) < \tau_{u_{i+1}}$,

Здесь s_i и u_i единицы булевых алгебр ∇_{s_i} и ∇_{u_i} соответственно.

Тогда однозначно определена матрица

$$\begin{pmatrix} \tau_{s_1} & \tau_{s_2} & \cdots \\ \tau_{u_1} & \tau_{u_2} & \cdots \\ \mu_1 & \mu_2 & \cdots \end{pmatrix},$$

которую назовем *паспортом* булевой алгебры ∇ с σ-конечной мерой μ. [теорема 5, стр. 270].

Пусть μ,ν строго положительные $\sigma-$ конечные меры на булевой алгебре ∇_μ, $\frac{d\nu}{d\mu}=h\geq 0$ -производная Радона – Никодима ν относительно μ, т.е.

$$\int\limits_\Omega f d\nu=\int\limits_\Omega hf d\mu, \quad (1)$$

причем в силу строгой положительности μ и ν $\sigma-$ конечны носитель h равен единице.

Ясно, что тогда для внешних log-алгебр выполняются равенства

$$L_{\log}(\nabla_\nu)=\{f\in L_0(\nabla):\int\limits_\Omega \log(1+|f|)d\nu<+\infty\}=\{f\in L_0(\nabla):\int\limits_\Omega h\cdot\log(1+|f|)d\mu<+\infty\}=L^{\nu}_{\log}(\nabla_\mu), \quad ($$

$$\|f\|_{\log,\nu}=\int\limits_\Omega \log(1+|f|)d\nu=\int\limits_\Omega h(\log(1+|f|))d\mu:=\|f\|^{\nu}_{\log,\mu}. \qquad (3)$$

Рассмотрим теперь следующий аналог пространства log-интегрируемых измеримых функций.

Определение 3. $$L^{(\nu)}_{\log}(\nabla_\mu)=\{f\in L_0(\nabla):\int\limits_\Omega \log(1+h|f|)d\mu<+\infty\} \qquad (4)$$

Из следующего утверждений следует, что это пространство будет F-пространством относительно F-нормы $\|f\|^{(\nu)}_{\log,\mu}=\int\limits_\Omega(\log(1+h|f|))d\mu$.

Назовем $L^{(\nu)}_{\log}(\nabla_\mu)$ внутренними $\log-$ алгебрами.

Утверждение 1. Пусть μ и ν строго положительные $\sigma-$ конечные меры на булевой алгебре ∇_μ. Тогда функция $\|f\|^{(\nu)}_{\log,\mu}$ заданная на $L^{(\nu)}_{\log}(\nabla_\mu)$ удовлетворяет следующим условиям:

(i). $\|f\|^{(\nu)}_{\log,\mu}>0$ для всех $0\neq f\in L^{(\nu)}_{\log}(\nabla_\mu)$

(ii). $\|\alpha f\|_{\log,\mu}^{(\nu)} \leq \| f \|_{\log,\mu}^{(\nu)}$ для любых $f \in L_{l\,og}^{(\nu)}(\nabla_\mu)$ и действительных чисел α, $|\alpha| \leq 1$;

(iii). $\lim_{\alpha\to 0} \|\alpha f\|_{\log,\mu}^{(\nu)} = 0$ для всех $f \in L_{l\,og}^{(\nu)}(\nabla_\mu)$;

(iv). $\| f + g\|_{\log,\mu}^{(\nu)} = \| f \|_{\log,\mu}^{(\nu)} + \|g\|_{\log,\mu}^{(\nu)}$ для всех $f, g \in L_{l\,og}^{(\nu)}(\nabla_\mu)$.

Теорема 1. Для любых строго положительных $\sigma -$ конечных мер μ и ν пространства $L_{\log}(\nabla_\mu)$ и $L_{\log}^{(\nu)}(\nabla_\mu)$ изометричны.

Теорема 2. Функция $\| f \|_{l\,og,\mu}^{\nu_1(\nu_2)} = \int_\Omega h_1(\log(1+h_2 | f |))d\mu$ является F- нормой на F-пространстве $L_{l\,og}^{\nu_1(\nu_2)}(\nabla_\mu)$.

Теорема 3. Пусть $\nabla_{\nu_1} = \nabla_{\nu_2}$, неоднородная ν_1 и ν_2 бесконечны на каждой однородной компоненте. Тогда F-пространства $L_{\log}^{\nu_1(\nu_2)}\left(\nabla_\mu\right)$ и $L_{\log}^{\nu_3(\nu_4)}\left(\nabla_\mu\right)$ изометричны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Dykema K., Sukochev F., Zanin D. Algebras of log-integrable functions and operators, Journal, Complex Anal. Oper. Theory 10, (8), (2016), pp. 1775–1787.

2. Abdullaev R.Z., Chilin V. Isomorphic Classification of *-Algebras of log-Integrable Measurable Functions.Algebra, Complex Analysis, and Pluripotential Theory. USUZCAMP 2017. Springer Proceedings in Mathematics and Statistics, 264, pp.73-83. Springer, Cham.

3. Abdullaev R., Chilin V., Madaminov B. Isometric F-spaces of log-integrable function. Siberian Electronic Mathematical Reports. том 17, pp. 218-226(2020).

4. R.Abdullaev, B.Madaminov. Isomorphisms and isometries of F-spaces of log-integrable measurable functions. Uzbek Mathematical Journal, 2022,1, 5-13

5. Vladimirov D.A. Boolean Algebras in Analysis. Mathematics and its Applications, 540, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2002).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СУШКИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Мирзаева Н.М
Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми,
г. Ташкент, Узбекистан. Nargiz6595@gmail.com

Визуализация и моделирование иметь возможность значительно упростить понимание различных процессов и ситуаций, над которыми мы работаем. Моделирование — это деятельность по созданию и использованию моделей. Гораздо точное объяснение относится А. А. Ляпунову: «Моделирование — это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель):

1) находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом;

2) способная замещать его в определенных отношениях;

3) дающая при ее исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте».

Иной подход к моделированию, динамично пользующийся потенциалов компьютеров, — воспроизводить поведение системы, имеющейся из множества простых элементов, моделируя их действие и содействие и наблюдая показатели для всей системы в целом. Подобные модели именуются имитационными, т. е. имитирующими действие системы. С помощью имитационных моделях: можно изучить поведение системы, не владея такой же аналитических соотношений и проконтролировать поведение системы в динамике, т. е. на любом ходе процесса, рассматривать поведение системы, на возможных случайных изменение поведения объектов. Во многих случаях, многочисленный массив неструктурированной информации может ввести в логический тупик даже в привычной предметной области. Построение математической модели здания или механизма позволяет заранее узнать поведение исходного объекта в критических условиях. В процессе моделирования нужно определить его цель в виде заключительных требований к создаваемой модели. Цель моделирования воздействует на все периоды работы, она будет базой выбора методов и параметров рассмотрений, системы формализации (кодирования) и фиксации результатов. В данном случай создается модель хлопкового бунта, он будет имитационным моделям, которая предоставит фиксировать результаты теплопереноса, анализировать процесс сушки и построить модель визуализации. Все модели, за исключением материальных, можно именовать информационными, потому что первичными данными для каждого модели, а также итогом ее работы или применения является информация. В обобщенном виде под информационной моделью будем понимать представление объекта моделирования на той или иной формализованном языке с тем, чтобы в будущем исследовать полученную модель с использованием компьютера.

В работе [1] предоставленная математическая модель для расчета задач нестационарной теплопроводности в пористых средах с учетом наличия дефектов (трещин). Математическая модель задает интерфейсные условия для учета трещины для температуры и перемещений, которая естественным образом аппроксимируется с использованием разрывного метода Галёркина. Для моделирования теплопереноса в пористых средах строится математическая модель с использованием моделей двойной диффузии. Для расчета напряженно-деформированного состояния используется модель линейной упругости с дополнительным условием на трещине. Приводятся результаты численного решения модельной задачи с использованием предложенной модели термоупругости.

Теплообмен в пористых средах с фазовым переходом находит большое потребление в промышленности. Рассматривают испарение, чаще всего соответствующее процессам сушки, для которых температура ниже температуры насыщения, и процессам кипения, для которых температура равна или превышает температуру насыщения. Предыдущие процессы наблюдаются в большей степени применениях теплообменников, в геотермии, ядерной безопасности. В статье [2] представлены модели, применяемые в настоящее время в инженерной практике. Но теплопередача с фазовым переходом в пористых средах все еще является предметом крупный исследовательской работы, с учетом гораздо сложных или новых проблем (очень мало или, наоборот, очень проницаемых сред, сопряженных переносов, нанотермии и т. д.), инженер обладает в своем распоряжении комплекс знаний (результатов и моделей), а также экспериментальных и численных инструментов, способствующих выполнять удовлетворительные прогнозы для большого количества проблем. С теоретической и с экспериментальной точки зрения, применение этих знаний еще часто встречается, все же, с трудностями определения эффективных передаточных свойств, но и с трудностями, связанными с локальным измерением большого числа переменных. Формирование инструментов характеризации и численных расчетов (высокопроизводительные вычисления) рассчитывает значительные успехи в будущем. В конечном итоге, некоторые аспекты масштабирования далеко не исчерпаны и не стабилизированы с исследовательской точки зрения.

В статье [3] выражена модель двухфазного переноса в ячеистой среде, которая насыщена теплоносителем и представлена численная реализация данной модели. Подняты результаты численного моделирования теплового положенья многослойной системы, имеющейся из твердого и ячеистого тел. Для использованья пористых элементов в системах охлаждения газовых турбин необходимо решить задачу теплового условья многослойной системы, состоящей из нагреваемой оболочки лопатки, пористой среды, заполненной жидкометаллическим теплоносителем и внутренней охлаждаемой воздухом изолирующей тонкой стенки. Для решения данной задачи реализовано моделирование процессов движения и фазового перехода в пористой среде, заполненной теплоносителем, в том числе разработаны условия стыковки твердого и пористого элементов. Численный эксперимент подтвердил, что при решении сопряженной задачи теплового состояния многослойной системы, несмотря на различные механизмы передачи теплоты в твердом и пористом телах, в системе соблюдается тепловой баланс.

Произведен [4] экспериментальный и теоретический анализ вхождения свободного газового пламени в пористую среду. Представлено температура поверхности пористой среды, при которой пламя входит в нее, является функцией параметров системы. Обнаружено наличие нижнего и верхнего пределов зажигания по скорости фильтрации газа. Взяты соотношении времени зажигания от параметров пористой среды и дана их интерпретация. Произведено математическое моделирование зажигания волн ФГГ(фильтрационным горением газа) в полуограниченной адиабатической пористой среде открытым пламенем, устойчивым на выходе из пористой среды. Высказаны механизмы, действующие при формировании волны ФГГ. Представлено существование нижнего и верхнего пределов зажигания по скорости газа. Определено тенденции изменения минимального времени зажигания и пределов зажигания от пористости, среднего размера зерна пористой среды, ее объемной теплоемкости и теплопроводности.

Список литературы

1. В. Н. Алексеев, М. В. Васильева, Г. А. Прокопьев, А. А. Тырылгин «Модели термоупругости для пористых материалов с учетом наличия трещин» Математические заметки СВФУ Июль—сентябрь, 2017. Том 24, № 3 DOI 10.25587/SVFU.2018.3.10888
2. Abdelkader Mojtabi, Marc Prat, Michel Quintard «Transferts de chaleur dans les milieux poreux - Changement de phase» March 2019 Toulouse, France DOI: 10.51257/a-v2-be8250
3. А.И. Тарасов, О.А. Литвиненко. «Численное моделирование процессов теплообмена в пористых средах применительно к системам охлаждения газовых турбин» Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2012. – № 34. – С. 98-103.
4. Какуткина Н.А., Коржавин А.А., Манжос Е.В., Рычков А.Д., Сеначин П.К. «Моделирование вхождения свободного газового пламени в пористую среду» Ползуновский Вестник № 4/3 2013

ТЕЗЛАНИШЛИ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ МАТЕМАТИК МОДЕЛИНИ УЗЛИКСИЗ ФУНКЦИЯ ОРҚАЛИ ИФОДАЛАШ.

Файзуллаев С.Х., доцент, ТКХИ, 977397081; Файзуллаев У.С.,катта ўқитувчи,ТДТУ,977801014.

Маълумки, кимёвий реакциялар бошланганда вақтда, бирор бошланғич давр ($t \in (0;t_0)$ ва) ичидада жуда тез-жўшқинлик билан реакцияига киришиб, сўнгра оҳиса - нормал ҳолатга($t \geq t_0$; ва $t \in (t_0;T)$) ўтади[1]. Будай жараёнларнинг математик моделини яратилаётганда бошланғич даврда жараён тезланиш ҳусиятига ва нормал ҳолатга ўтганда тезлик($v(t)=const$) ҳусиятига эга деб қаралади. Одатта, тезланиш даврининг математик модели яратишда, бошланғич($v(0)= v_n$) ва охирдаги нуқталардаги тезлик ($v(t_0)=v_k$) қийматларидан фойдаланиб, шу нуқталардан ўтувчи тўғри чизиқ тенгламасига асосланади, яни тезланиш

$$u(t)=(v_k - v_n)/t \quad (t \in (0;t_0)). \qquad (1)$$

Жараён тезлигининг умумий математик модели қуйидаги кўринишга эга:

$$v(t)= \begin{cases} u(t)=(v_k - v_n)/t & \text{агар } t \in (0;t_0) \\ v(t)=const & \text{агар } t \geq t_0 \end{cases} \qquad (2)$$

Тармоқланувчи $v(t)$ функция $t = t_0$ нуқтада ҳосилага эга эмас, чунги t_0 нуқтага чапдан яқилашганда

$$\lim_{-t \to t_0} |(v_k - v_n)/t| = u(t_0) \qquad (3)$$

ва ўнгдан

$$\lim_{+t \to t_0} |(v_k(t)| = v(t_0) = const \qquad (4)$$

(бу ерда: -t ,+t мос равишда t_0 дан кичик ва катта бўлиб интилади.)

ҳар ҳил қийматларни қабул қилади, демак бу нуқтада ҳосилага эга эмас.

Тезланишли кимё - технологик жараёнларни барча нуқталарда ҳосилага эга бўлган математик моделини яратишда қуйидагиларга эътибор берилади:

- чизиқли функция кўринишидаги тезланишни ночизиқли функция орқали ифодалаш ;

- барча чегаравий шартлар бажарилишини таъминлаш;

- ягона функция орқали жараён тезлик ифодалаш.

Юқорида келтирилган масалаларни ечиш учун бошланғич даврдаги чизиқли тезланиш (u(t)) функцияси ўрнига триганометрик функциялардан фойдаланаиш таклиф қилинади, масалан

$$u(t)=\sin(\pi*t/2*t_0)*M*v_k \qquad (5)$$

бу ерда: M –мувофиқлантирувчи коэффициент(масалан M(1км/соат)=1000/3600м/сек). Келтирилган функция юқоридаги барча шартларни қаноатлантиради:

- $u(t=o)=\sin(\pi*0/2*t_k)*M*v_k=0$;

- $u(t=t_0)=\sin(\pi*t_0/2*t_0)*M*v_k=1*M*v(t_к)=const$;

Худди шунингдек (3) ва (4) формулалар лимити бир нуқтага интилади:

$$\lim_{-t \to t_0} |(v_k - v_n)/t| = \lim_{-t \to t_0} |u(t)| = \lim_{-t \to t_0} |\sin(\pi*t/2*t_0)*M*v_k(t_0)| = const;$$

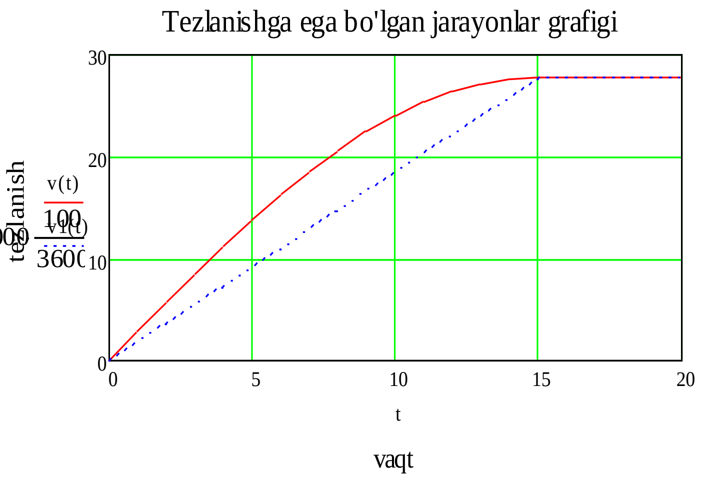
$$\lim_{+t \to t_0} |(v_k(t)| = v(t_0) = const;$$

Жараён тезлик функциясининг графигини-MathCAD амалий дастурий пакети ёрдамида ярататилди. Тезлик функцияни матиқий ифодаси қуйидаги кўринишни олади:

$$v(t)=(t<t_0)*(\sin(\pi*t/2*t_0)*M*v(t_0)+(t>=t_0)*M*v_k(t).$$

Мисол сифатида бошланғич қийматлари $t_0=15$ секунд, $v_n=0$, $v_k=100$км/соат бўлган жараённинг тезлик графиги қуйидаги кўринишга эга:

Графикдан кўринадики тезланиш $t_0=15$ секундгача давом этади, шу даврда тезлик $v_n=0$ дан $v_k=100$км/соат га кўтарилади, сўнгра ўзгармас тезликда 100км/соат =M(100км/соат) =27,7м/сек. давом этади.



Тезланиш чизиқли бўлган холдаги тезлик v1(t) қуйидаги кўринишга

$$v1(t) := (t \le 15)\cdot\left(\frac{1000}{3600}\cdot\frac{t\cdot 100}{15}\right) + (t > 15)\cdot 1000\cdot\frac{100}{3600}$$

эга бўлиб, график орқали солиштирилганда қуйидаги кўринишни беради(графикда кўк чизиқ). Максимал фарқ max(|v(t)-v1(t)|)=v(10)-v1(10)=5,538 ташкил қилди.

Тезланиш u(t) тезликнинг ҳосиласига тенг бўлганлиги учун ёзиш мумкин u(t)=d(v(t))/dt

ва барча t Є (0;T) учун узлуксиз функцияга эга бўлинади. Бу ҳолат эса жараёнларни мукаммалроқ ўрганишга ёрдам беради.

Адабиётлар:

1. Бояринов А. И., Кафаров В. В., Методы оптимизации в химической технологии, 2 изд., М., 1975;

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРЕ

ТУИТ им.Ал-Хоразмий Ph D. доцент- Н. Тоштемирова

ТКТИ старший преподователь – Д.И.Дадабаева

ТХТИ преподователь – М.Хакимова

ТДТУ магистр -А.А.Собиржонов

Ключевые слова: математическая модель, переноса и диффузии вредных веществ, погодно-климатический фактор, гидромеханика, численный алгоритм, программное средства, вычислительный эксперимент.

Чрезмерный объём промышленных выбросов в атмосферу влечет за собой дисбаланс экологической ситуации с возможным изменением климатических условий на Земле. В этой связи, в проблеме охраны окружающей среды, крайне актуальными являются такие вопросы как: оценка загрязнения атмосферы и подстилающей поверхности пассивными и активными аэрозольными выбросами; размещение промышленных объектов с соблюдением санитарных норм; прогнозирование интенсивности загрязнения воздушного и водного бассейнов; оценка влияния вредных выбросов на состояние флоры, фауны и населения промышленных регионов.

Рост антропогенного воздействия на окружающую среду, вызванное интенсивным использованием природных богатств, развитием материального производства, привело к нарушению экологического равновесия как локально - в отдельных районах земного шара, так и глобально - в масштабах планеты в целом. Это особенно заметно в государствах с быстрым ростом производительных мощностей производства, на примере Индия, Китай Северная Корея, Сингапур и т.д.

Для решения крайней актуальной проблем в мире созданы научные центры и школ под руководства ведущих специалистов различных отраслей науки и получены значительные результаты теоретического и прикладного характера. Из литературного обзор следует, что перечень актуальных задач, решаемых с помощью математического моделирования, экологические проблемы занимают особое место.

Здесь надо подчеркивать, что математические модели переноса и диффузии вредных веществ являются эффективным инструментом для количественной оценки техногенных воздействий в окружающей среде.

Вчастности в работе [1] создана информационная система для математического моделирования процесс переноса и диффузии вредных веществ в атмосфере с использованием прикладного программного обеспечения «ArcGIS», отражающая реальное состояние атмосферного воздуха в местах. Но здесь надо отметит, что в рамках данной системы результаты могут быть получены только в отдельных точках, и они не могут дать адекватной картины состояния воздуха на остальной территории.

Работа [2] посвящена разработкой математической модели динамики и кинетики процесса переноса и диффузии газовых и аэрозольных примесей в атмосфере. В работе приведена модель переноса многокомпонентной примеси с учетом фотохимической трансформации и образования аэрозолей в тропосфере северного полушария с учетом кинетических процессов энуклеации, конденсации и коагуляции.

Математическое обеспечение процесса размещения пожароопасных объектов и их оптимизации с учетом рельефа местности и пространственной формы приведена работе [3].

В работа [4] разработана компьютерная модель для исследования, прогнозирования и мониторинга транспорта вредных веществ в окружающую среду автотранспортными средствами. Приведена численная реализация модели на ЭВМ с использованием метода контрольного объема на основе разработанного распределенного алгоритма расчета на ЭВМ.

Моделирования поля ветровых течений на основе системы уравнений Навье-Стокса с учетом сжимаемости и турбулентности воздушной среды, рельефа местности предложена в работе [5], а в качестве численного метода используется SIMPLE-алгоритм.

В работе [6] исследование проводились на основе разработанных региональных моделей процесса диффузии веществ, описываемой гидро термодинамическим уравнением, а именно уравнением молекулярной теплопроводности в активном слое почвы с учетом теплового баланса подстилающей поверхности (вода, земля). Разработанная исследователями комплексная математическая модель состоит из отдельных блоков, каждый из которых представляет математическую модель, описывающую гидро-термодинамические процессы в отдельных объектах окружающей среды. Авторами исследуются экологические проблемы, связанные с распределением загрязняющих веществ от известных источников и определяется вероятное местонахождение источника в водной среде.

Процесс переноса и диффузии вредных веществ в атмосфере с учетом различных погодно-климатических факторов и внещних возмущений рассмотрен в работе [7]. В работе рассмотрены перенос загрязнителей воздуха от источника с учетом адвекции загрязняющих веществ от среднего движения воздуха, смешивание загрязняющих атмосферной турбулентности и массовой диффузии. Кроме того, приводится исследование процесса при различных физических и математических аспектах, связанных с транспортом и диффузией загрязнителей воздуха в пограничном слое атмосферы при слабом и сильном ветрах.

Здесь надо подчеркивать, что немалый интерес представляет вопрос математического моделирования распространения загрязняющих веществ, транспортируемых с водой. В работе [8] рассмотрены задача связанно с процессом распространения вредных веществ в окружающую среду и был смоделирован в виде совокупности четырех простых моделей: сухопутного потока воды, просачивания, переноса загрязняющих веществ поверхностным стоком и осаждения загрязнителей (накопления) на поверхности земли. Модель опирается с уравнение диффузии с дополнительными слагаемыми в правой части. В разработанной математической модели процесса учитываются влияние рельефа местности, литологического строения территории и интенсивность загрязнения от скорости поглощения земляной поверхности. Форма, границы и топология области решения задача изменяется со временим, зависят от появлении сухих «островков», окруженных водой.

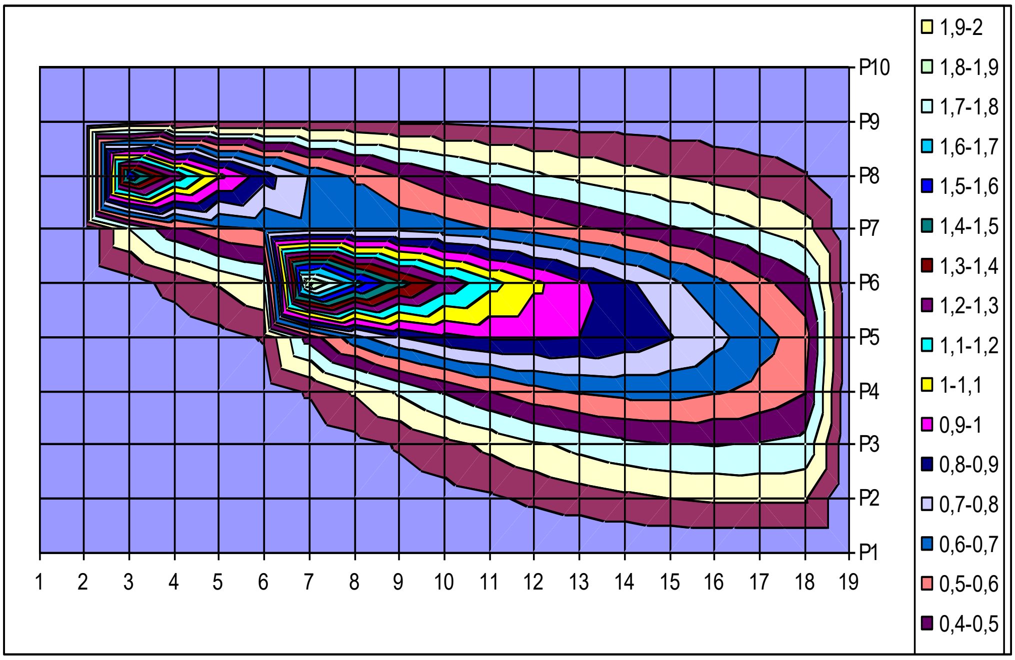
Работе [9] посвящена процесса дисперсии и диффузии химически активных первичных загрязняющих веществ, выбрасываемых из повышенных линейных источников в стабильный пограничный слой атмосферы с обобщенной скоростью ветра и квадратичной функцией вертикальной высоты. Для данной постановки получено точное решение с помощью преобразования Лапласа для линейных источников в пограничном слое атмосферы. В нем учитывалась химическая реакция, происходящая в результате взаимодействия с воздушной массой, а так же превращение газообразных загрязнителей в твердые частицы и их осаждение на поверхности рассматриваемой местности.

В работах [10-13] разработана математическая обеспечение для решения задачи движения многокомпонентной воздушной среды с учетом переноса и диффузии вредных веществ в атмосфере, изменения теплового режима атмосферы, фазового перехода, а также влияния растительного покрова.

Анализ указанных источников показал, что в исследованиях авторов не рассмотрен процесс переноса и диффузий многокомпонентных вредных веществ в атмосфере в трехмерной постановке, где существенный роль играет скорость перемещения воздушной массы атмосферы по трем направлениям u, v и w, рельеф местности рассматриваемого промышленного региона, теплообмен между жидких и газообразных фаз, изменения состояния плотность и их температур и т.д. которые изменяются в сутках и временами года.

Также следует отметить, что при математическом моделировании процесса распространения вредных веществ в работах многих авторов предполагается, что распространение вредных веществ, выброшенных из источников, не достигает рассматриваемых границ области решения задачи и отсутствует приток вредных веществ через них. И в настоящей работе предприняты усилия для восполнения данного пробела.

Исходя из сказанного, целью настоящей работы является разработка математической модели и численного алгоритма решение задача переноса и диффузии аэрозольных выбросов в пограничном слое атмосфере.



Изменение концентрация вредных веществ в пограничном слое атмосферы (при скорости ветра равно V = 1,5м/с, t=10ч.)

Проведенными численными расчетами установлены, что при выбросах из высоких источников максимальные концентрации загрязнения фиксируются при опасных скоростях ветра (в пределах от 2,5 до 6,3 м/с).

Анализ численных расчетов показали, что максимальное поглощение аэрозольных частиц происходят в утренних и вечерних временах сутки, а при непрерывном выбросе вредных веществ из промышленных объектов в атмосферу, существенное изменения концентрация в атмосфере происходить за счет коэффициент поглощении.

Библиографический список и информационные источники

1. Смирнов Е.А. Информационная система для моделирования распространения загрязнения атмосферного воздуха с использованием ArcGIS // Актуальные вопросы технических наук: материалы междунар. науч. конф. – Пермь, 2011. – С. 27-31.
2. Алоян А.Е. Динамика и кинетика газовых примесей и аэрозолей в атмосфере. – М.: ИВМ РАН, 2002. – 201 с.
3. Чуб А.И. Математическая модель оптимизационной задачи размещения пожароопасных объектов с учетом рельефа области размещения // Радіоелектроніка, інформатика, управління выпуск. – 2013. – № 1. – С. 88-93.
4. Сухинов А.И., Гадельшин В.К., Любомищенко Д.С. Математическая модель распространения вредных выбросов от автотранспортных средств на основе метода контрольного объема и ее параллельная реализация на кластере распределенных вычислений // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – № 2. – Том 91. – С. 8-14
5. Гадельшин В.К., Любомищенко Д.С., Сухинов А.И. Математическое моделирование поля ветровых течений и распространения загрязняющих примесей в условиях городского рельефа местности с учетом k–ε-модели турбулентности // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2010. – № 6. – Том 107. – С. 48-67.
6. Kordzadze A. Mathematical modelling of dynamical and ecological processes in the system sea-land-atmosphere // Air, Water and Soil Quality Modelling for Risk and Impact Assessment. – 2007. – PP. 181-193.
7. Sharan M., Gopalakrishnan S.G. Mathematical modeling of diffusion and transport of pollutants in the atmospheric boundary layer // January pure and applied geophysics. – 2003. – Vol. 160. – Issue 1-2. – PP. 357-394.
8. Gitis V.G., Petrova E.N., Pirogov S.A., Yurkov E.F. Mathematical modeling of the pollutants overland flow and transport // Автоматика и телемеханика. – 2007. – Vol. 68. – Issue 9. – PP. 1643-1653.
9. Khan Y., Shekhu M., Sulochana C. Mathematical model for dispersion and diffusion of chemically reactive pollutants from various sources into a boundary layer with dry deposition // Engineering Computations. – 2013. – Vol. 30. – Issue 5. – PP. 707 – 727.
10. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Хачун Д.С. Математическое моделирование движения многокомпонентной воздушной среды и транспорта загрязняющих веществ // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2011. – № 8. – С. 73-79.
11. Чистяков А.Е., Хачунц Д.С. Задача движения многокомпонентной воздушной среды с учетом парообразования и конденсации // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2013. – № 4. – С. 87-98.
12. Сухинов А.И., Хачунц Д.С. Программная реализация двумерной задачи движения воздушной среды // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2013. – № 4. – С. 15-20.
13. Чистяков А.Е. Трехмерная модель движения водной среды в Азовском море с учетом транспорта солей и тепла // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – № 8. – С. 75-82.
14. Ravshanov N., Shertaev M., Toshtemirova N. Mathematical Model for the Study and Forecast of the Concentration of Harmful Substances in the Atmosphere // American Journal of Modeling and Optimization. – 2015. – Vol. 3. – № 2. – PP. 35-39.

МЕТОД ДИСКРЕТИЗАЦИИ ВО ВРЕМЕНИ В ЗАДАЧАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ УПРУГИХ ВОЛН НА ОТВЕРСТИЯХ

Ишмаматов М.Р., Халилов Ш.Ф., Ахмедов Н.Б.

НавГГТУ, ТХТИ

В задачах нестационарного воздействия упругих волн на отверстие длительность процесса достаточно мало и для их решения наиболее эффективным методом является прямое интегрирование. Уравнения равновесия при прямом интегрировании удовлетворяются не в любой момент времени, а на некотором заданном (достаточно малом) промежутке времени Δt. Изучение ускорений, скоростей и перемещений системы рассматривается внутри заданного промежутка времени. Переход от дифференциальных уравнений с коэффицентами, зависящими от времени к уравнениям с постоянными коэффицентами осуществляется при использовании аппроксимации скорости и ускорения конечно- разностными выражениями в перемещениях или скоростях [1]. Метод прямого интегрированию делится на метод явного интегрирования, когда скорости, ускорения и перемещения вычислются из уравнения равновесия на момент времени (метод центральных разностей). В этом методе трех точечного шаблона принимается квадратичная аппроксимация компонентов вектора

$$q_i(t) = d_0 + d_1 t + d_2 t^2, \tag{1}$$

которая даёт относительно узловых значений и компонентов выражение:

$$q_i(t) = q_i^j + \frac{t}{2\tau}(q_i^{j+1} - q_i^{j-1}) + \frac{t^2}{2\tau^2}(q_i^{j+1} - 2q_i^j + q_i^{j-1}) \quad , \tag{2}$$

и центрально – разностные формулы

$$\{q\}^j = \frac{1}{\tau^2}(\{q\}^{j+1} - 2\{q\}^j + \{q\}^{j-1}); \{q\}^j = \frac{1}{2\tau^2}(\{q\}^{j+1} - \{q\}^{j-1}) \quad , (3)$$

относительно шага i, обеспечивающий аппроксимацию порядка $o(\tau^2)$. Подстановка ускорения (3) в уравнение (2) на j-m шаге дает матричное рекуррентное соотношение

$$\{q\}_{t+\Delta t} = \{q\}_t + [(1-\beta)\{q\}_t + \beta\{q\}_{t+\Delta t}]\Delta t\,;$$

$$\{q\}_{t+\Delta t} = \{q\}_t \Delta t + \left[(\frac{1}{2} - \alpha)\{q\}_t + q\{q\}_{t+\Delta t}\right]_{\Delta t^2}, \tag{4}$$

где α и β - параметры, определяющие точность и устойчивость схемы интегрирования. В методе Ньюмарка предполагается, что ускорения в интервале времени Δt постоянно и равно среднему между его значениями начала и конца Х интервала [2]. Тогда α и β в соотношении (3) примем соответственно равными значениями 0,25 и 0,5. Уравнения динамического равновесия рассматриваются в момент времени $t+\Delta t$,

$$[M]\{q\}_{t+\Delta t}+[S]\{q\}_{t+\Delta t}+[K]\{q\}_{t+\Delta t}=\{R\}_{t+\Delta t}$$

$$\{R\}=\{F\}-[P]\{q\} \tag{5}$$

Подставив (4) в соотношение (3), получим уравнения относительно неизвестных ускорений на момент времени $t+\Delta t$.

$$[m]\{q\}_{t+\Delta t}+[S]\{q\}_t+[(1-\beta)\{q\}_t+\beta\{q\}_{t+\Delta t}]\Delta t+$$

$$[k]\left\{\{q\}_t+\{q\}_t\Delta t+\left[\{q\}_t\left(\frac{1}{2}-\alpha\right)+q\{q\}_{t+\Delta t}\right]\Delta t^2\right\}=\{R\}_{t+\Delta t} \quad , \tag{6}$$

после преобразования уравнения (6) можно привести к виду:

$$\big[[m]-\beta\Delta t[S]+a\Delta t^2[k]\big]\{q\}_{t+\Delta t}=\{R\}_{t+\Delta t}-[S]\big[\{q\}_t+(1-\beta)\Delta t\{q\}_t\big]-$$

$$[k]\left\{\{q\}_t+\Delta t^2\left(\frac{1}{2}-a\right)\{q\}_t\right\}, \tag{7}$$

обозначив постоянные через

$$t_0=\beta\Delta t;\qquad t_1=\alpha\Delta t^2;\quad t_2=\Delta t(1-\beta);\qquad t_3=\Delta t^2(0{,}5-a),$$

можно записать левую часть (7) в следующем виде

$$[\overline{m}]=[m]+t_0[S]+t_1[k], \tag{8}$$

где $[\overline{m}]$ - эффективная матрица массы.

Правую часть (8) называют вектором сил, который равен:

$$\{\overline{R}\}_{t+\Delta t}=\{R\}-[S]\big[\{q\}_t+t_2\{q\}_t\big]-[k]\big[\{q\}_t+\Delta t\{q\}_t+t_3\{q\}_t\big] \tag{9}$$

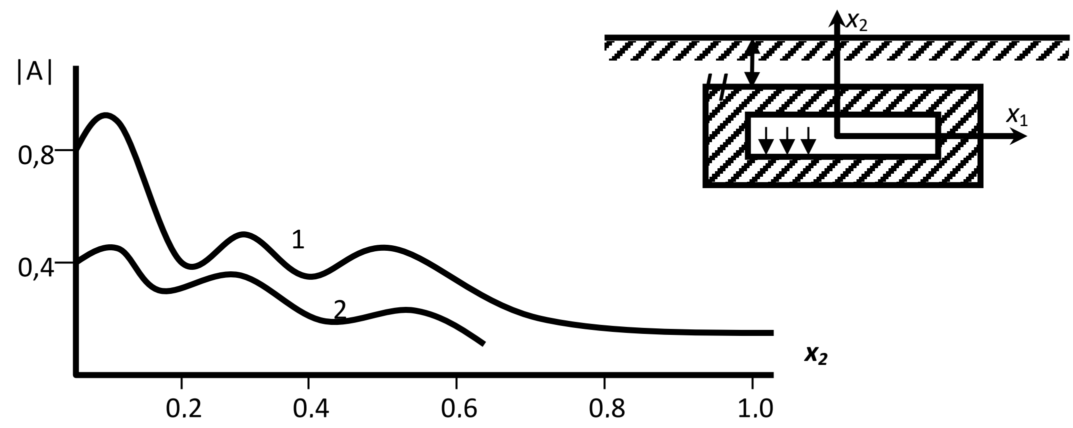


Рис1 . Изменение амплитуды перемещений по координате

Тогда уравнение (9) можно записать в виде

$$\{\overline{m}\}\{q\}_{t+\Delta t} = \{\overline{R}\}_{t+\Delta t} \tag{10}$$

Шаг интегрирования по времени принят равным $0{,}125\text{x}10^{-4}$ при минимальном периоде свободных колебаний элемента $6{,}28\text{x}10^{-4}$ с. Шаг времени выбирался из условия, что его изменение не приводило к изменению напряжений и скоростей в узлах.

Описанная методика позволяет эффективно решать уравнение (10) через процедуру исключения по Гауссу на каждом шаге времени.Этот путь является более эффективным по сравнению с итерационными методами [3]. При реализации счета используются основные свойства матрицы жесткости системы: симметричность, положительная определенность, ленточность. Все это способствует минимальному использованию оперативной памяти ЭВМ и затрат машинного времени. При решении задачи о собственных колебаниях используется комбинация МКЭ и метода Мюллера. Достоверность построенного алгоритма демонстрируется на примере решения задачи о дифракции гармонических волн на цилиндрической полости, для которой существует аналитическое решение (тестовая). Для численной реализации изложенного алгоритма используется пакет программ с представлением чисел с двойной точностью. Используемая программа входит в пакет прикладных конечно-элементных программ ZOI, предназначенных для определения напряже-нно-деформированного состояния упругой среды, в том числе и при взаимодействии с подземной конструкцией.

Рассматривается плоско - деформированное состояние при линейных соотношениях теории упругости. Задачи сводится к решению системы неоднородных алгебраических уравнений

$$\{[K] + i\,2\pi\omega[C] - 4\pi^2\omega^2[M]\}\,\{U\}=\{P\}. \tag{11}$$

Здесь {U} - вектор комплексных амплитуд колебаний системы; {P} - вектор амплитуд внешней нагрузки, ω-частота внешней нагрузки. Произведен расчет на ЭВМ для 1020 треугольных конечных элементов. Система неоднородных комплексных алгебраических уравнений решалось методом Гаусса, при следующих исходных данных: $\upsilon_1=0.20$, $\upsilon_2=0.33$, H/R=2.10, 15. $E_1/E_2= 0.1$. Результаты расчетов приведены на рис. 1. На рис.1 приведены результаты расчетов при $H/\alpha= 3$ (кривая 1) и 4(кривая 2). Видно, что с увеличением глубины залегания напряжение заметно уменьшается. С увеличением глубины заложения ($H/\alpha\rightarrow\propto$) значения численных результатов стремятся к результатам решения задачи дифракции волн на теле, находящемся в безграничной среде (рис. 1).

Таким образом, полученные численные решение показывают, что глубины заложения (H/α) при напряженно - деформированном состоянии, при действии упругих волн, зависит от параметров H/a и $2a/\lambda$. Исследовано колебание упругого полупространства, содержащего преграды прямоугольного очертания при воздействии гармонических волн. Установлено, что глубина заложения влияет на напряженно-деформированное состояние тела. Концентрация напряжений с увеличением глубины заложения и длины волн приближается к статическому значению напряжения. Разработанная методика расчета позволяет исследования собственные колебания кусочно-однородных деформируемых систем, находящихся в упругой среде с учетом внутренней и волновой диссипации энергии.

Литература

1. Ttrzaghi. K.(1943)Theoretical Soil Mechanics ,Wiley, New York, p. 66

2. Van Horn. A. D. (1963) A Study of Loads on Underground Structures, part III, Iowa Engineering Experiment Station.

3. Авлиякулов Н.Н., Сафаров И.И. Современные задачи статики и динамики подземных трубопроводов. Ташкент, Фан. 2007. 306 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ И ХРАНЕНИЯ ХЛОПКА-СЫРЦА ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.Н. Тухташева, О.З. Аманова, Б.Ж.Сапаров

Ташкентский химико-технологический институт. г.Ташкент Республика Узбекистан.

+998990491019

Известно, что одним из наиболее распространенных способов переработки полимерных и композиционных материалов является способ литья под давлением, который обладает рядом преимуществ перед другими способами переработки. Несмотря на явные преимущества данного способа, применение промышленного литьевого оборудования при изготовлении опытных образцов и малых партий деталей нецелесообразно по причинам необходимости изготовления сложной оснастки для формования деталей из КПМ, приводящее к повышению себестоимости деталей и неэффективности использования литьевого оборудования, делающие этот способ переработки нерентабельным. В связи с этим нами разработана гибкая технология получения антифрикционных и антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов на основе термопластичных полимеров (рисунок), перерабатываемых методом литья под давлением. Выбранный способ переработки позволяет изготавливать детали с заданными свойствами и типоразмерами без использования дорогостоящего промышленного литьевого оборудования

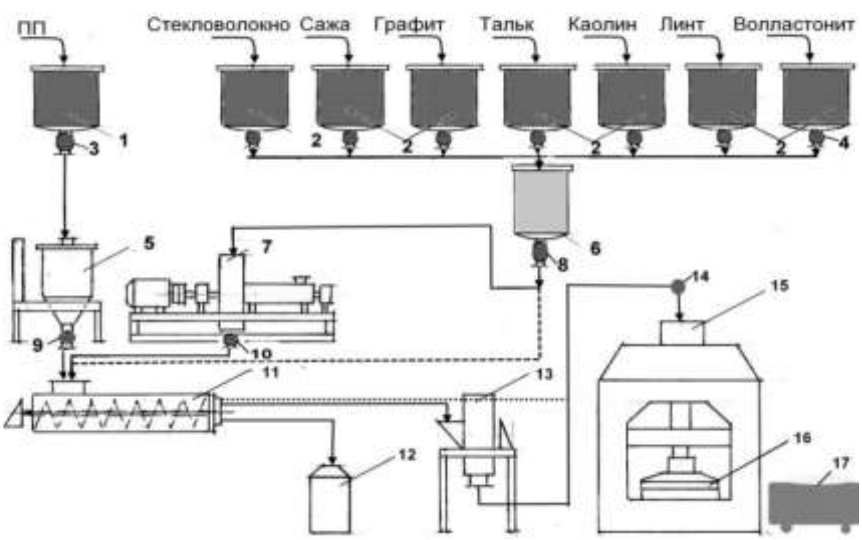


Рис. 1. Технологическая схема получения композиционных полимерных материалов и деталей рабочих органов хлопковых машин и механизмов:

1 - емкость для гранул полимера; 2 - емкость для порошковых наполнителей; 3, 4, 8, 9,10,14 - дозаторы (весовой мерник); 5 - измельчитель; 6 - смеситель; 7 - механоактиватор; 11 - экструзионный смеситель с обогревом; 12 - упаковочная тара; 13 - измельчитель; 15 - литьевая машина; 16 - пресс-форма; 17 - тележка для готовых изделий

На рисунке изображена разработанная технологическая линия для получения композиционных полимерных материалов и литья из них деталей рабочих органов хлопковых машин. В технологической линии используется в основном традиционно применяемое для таких целей оборудование (смеситель, механоактиватор, измельчитель, литьевая машина). При этом сохраняется возможность изготовления не только опытных образцов деталей, но и производства мелких партий. Конструкция формообразующей оснастки (пресс-формы) проста в проектировании и изготовлении и не требует значительных средств на изготовление. Это дает возможность в короткий срок запустить оснастку в эксплуатацию и существенно снизить себестоимость изделий. Проиллюстрируем возможности разработанной технологической линии по стадиям технологического процесса получения композиционных полимерных материалов и изготовления из них колков для рабочего органа передвижного перегружателя хлопка. При этом технологический процесс производства композиционного полимерного материала осуществляется по непрерывной схеме. При непрерывном процессе гранула-полимер (связующая) и наполнители поступают из емкостей 1 и 2 в дозаторы (весовые мерники) 3 и 4, где исходные компоненты смеси дозируются в определенном соотношении, затем из дозаторов гранула-полимер поступает в измельчитель 5, а наполнители поступают в смеситель 6. Затем измельченный полимер и смешанные наполнители одновременно через дозаторы 8 и 9 поступают в экструзионный смеситель с обогревом 11. При этом процесс смешения происходит одновременно с нагревом компонентов смеси при температуре 130-150^{0}С. Время смешения компонентов смеси составляет 5-10 мин в зависимости от состава смеси. Во многих случаях при смешении желательно избегать попадания различных частиц и воздуха в смесь, наличие которых приводит к уменьшению прочности композиции. Из экструзионного смесителя 11 полученная смесь композиции в виде таблеток поступает в упаковочную камеру 12, или сразу, через дозатор 14, загружается в бункер литьевой машины 15. Композиционные полимерные детали изготавливают методом литья под давлением, который обеспечивает стабильность процесса, точность требуемых размеров и высокое качество изделий, не требующих дополнительных механических обработок. Кроме того, литье под давлением позволяет получать разнообразные изделия сложной конфигурации типа колков рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин, имеющих криволинейную поверхность. Отливка изделий производится в литьевой машине 15 в пресс-формах 16, изготовленных для этих целей. При единичном или мелкосерийном характере производства отливку выполняют в пресс-формах упрощенной конструкции. Пресс-форма для отливки должна быть изготовлена из термостойкой и достаточно прочной нержавеющей стали с учетом нагрузок, возникающих в процессе усадки материала при полимеризации и охлаждении. Литье под давлением композиционных полимерных деталей рекомендуется осуществлять на термопластавтоматах серии ЛМ. Подготовленный формовочный материал из загрузочного бункера поступает в предварительно нагретый цилиндр литьевой машины, в которой происходит плавление смеси композиций (523-543 К) и пропитка наполнителей. Полученная при этом наполненная композиция впрыскивается в чуть нагретую пресс-форму (313-343 К) под давлением 110-140 МПа и выдерживается 5-20 с**,** после чего форма размыкается и извлекается готовое изделие. Заключительным этапом является распрессовка пресс-формы и извлечение изделия (колка). По плоскости разъема пресс-формы облой практически не образуется за счет плотного смыкания частей пресс-формы до заполнения её расплавом. Поэтому дополнительной механической обработки готового изделия не требуется. Качество поверхности, оптические и механические свойства изделий не уступают таковым при изготовлении на промышленном литьевом оборудовании. Полученные таким образом детали рабочих органов хлопковых машин и механизмов упаковываются в полиэтиленовые или бумажные мешки или укладываются в тележки для готового изделия 17.

Таким образом, разработана технология получения композиционных полимерных материалов и колковых деталей литьем под давлением, включающая традиционно применяемое для таких целей оборудование, которое не требует значительных затрат на приобретение и содержание. Использование разработанной технологии позволяет уменьшить затраты на изготовление композиционных полимерных изделий за счет снижения стоимости пресс-формы по сравнению с традиционной технологией литья под давлением на термопластавтоматах.

Литература

1. Негматов С.С. Основы процессов контактного взаимодействия композиционных полимерных материалов с волокнистой массой. Ташкент: Фан, 1984.

2. Гулямов Г. Антифрикционные и антифрикционно-износостойкие полимерные композиционные материалы на основе полиолефинов // Композиционные материалы.- Ташкент, 2005. - № 3. –С. 37-39.

НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИЧЕСКОЙ АРОЧНОСТИ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ишмаматов М.Р., Халилов Ш.Ф., Ахмедов Н.Б.

НавГГТУ, ТХТИ

В статической теории подземных сооружений эффект арочности более или менее экспериментально исследован в работах [1, 2]. В динамическом случае эффект арочности экспериментальным путём почти не исследован. Основные опубликованные работы носят теоретический характер. В работе [3] приведены рад экспериментальных результатов исследований с целью оценки распределения и эффектов арочности. Установили, что давление, действующее на длину ставки, не зависит от структуры распределения напряжений в слое грунта, расположенного над ее поверхностью на расстоянии в две или три ее ширины. Решая уравнения равновесия для распределения вертикальной составляющей сил давления на единицу длины сечения, получаем:

$$\sigma_v = \frac{b(\gamma - 2c/b)}{2k_r tg\varphi}[1 - e^{-2k_r(z/b)tg\varphi} + qe^{-k_r(2z/b)tg\varphi}],$$

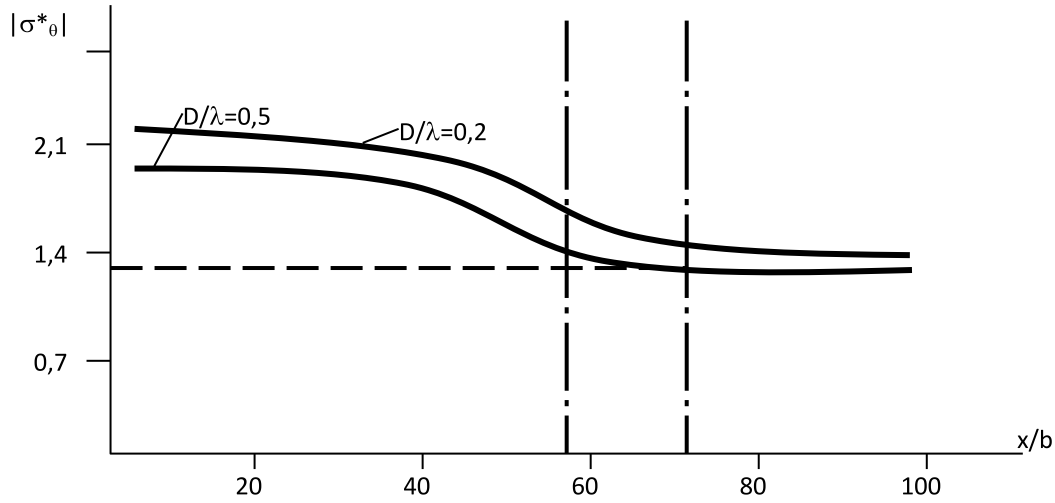


Рис.2. Результаты теоретических исследований

где φ- угол внутреннего трения; c-угол сцепления грунта; b- геометрический параметр; γ - постоянный параметр (0<γ<1), k_r-эмпирический коэффициент.

Для грунта типа сухого песка, не обладающего силами сцепления (c=0), вертикальная составляющая силы давления σ_{vw} на упругую полосу для сечения на большой глубине грунта приближается к своему максимальному значению. При толщине грунта более 2,5b , σ_{vw}=bγ/(2k,tgθ) смешения прямоугольной вставки не влияет на структуру распределения напряжения для данной глубины грунта. До сих пор рассматривалось явление арочности, возникающие при нагрузках, действующих на верхней поверхности упругой конструкции. При динамическом расчете арочности в зависимости от длины волны и свойства грунтов численно установлено наличие явления арочности для тел, находящихся в полупространстве. Анализ численных результатов (рис.2) оценит явление арочности по следующему неравенству

$$\frac{Z}{D} > \gamma(0{,}5e)^{\lambda/b} + Z_0$$

где Z_0 – значение арочного эффекта при статической задаче; D – геометрический параметр (диаметр внутренней поверхности), λ - длина волны. Таким образом, сделаны следующие выводы:

- на основе вариационного метода (МКЭ) исследовано напряженно-деформированное состояние цилиндрического слоя (отверстия) при воздействии гармонических волн. Установлена, что максимальная концентрация напряжений позволяется при длинных волнах. Эффекты рассеивания становятся доминирующими при уменьшении длины волны;
- установлен эффект арочности при динамическом воздействии подземных сооружений.

Литература

1. Ttrzaghi. K.(1943)Theoretical Soil Mechanics ,Wiley, New York, p. 66

2. Van Horn. A. D. (1963) A Study of Loads on Underground Structures, part III, Iowa Engineering Experiment Station.

3.Авлиякулов Н.Н., Сафаров И.И. Современные задачи статики и динамики подземных трубопроводов. Ташкент, Фан. 2007. 306 с.

О ОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ ВЯЗКОУПРУГИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

Негматиллаев Б.Б., Сафаров У.И.

БухИТИ

В работе рассматриваются изгибные колебания вязкоупругих оболочек вращения, при которых существуют узловые линии в меридиональных направлениях и по образующим [1,2,3,4]. Вязкоупругие свойства материала описываются с помощью интеграла Больцмана Вольтера [5,6].

Чтобы проанализировать спектр частот собственных колебаний оболочки, обозначим перемещения, нормальные к координатной линии $x = const$, лежащие на срединной поверхности w, касательные к круговым сечениям -v, продольные - u (рис 1).

Далее введя криволинейную систему координат $x, \theta,$ примем, что u, v, w могут быть выражены в виде суммы произведений двух функций, из которых одна зависит от x, а другая от θ. Число волн в окружном направлении для замкнутой оболочки должно быть целым и может быть представлено как функция $\cos n\theta$ или $\sin n\theta$.

Перемещения представим в виде:

$$
\begin{aligned}
w &= \sum\sum A_{mn} W_m(x)\cos n\theta,\\
v &= \sum\sum B_{mn} V_m(x)\sin n\theta,\\
u &= \sum\sum C_{mn} U_m(x)\cos n\theta.
\end{aligned}
\tag{1}
$$

Параметры деформации цилиндрической оболочки определяются следующими выражениями:

$$
\left.
\begin{aligned}
&\varepsilon_1 = \frac{\partial u}{\partial x}, \varepsilon_2 = \frac{\partial v}{R\partial\theta} - \frac{w}{R}, \omega = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{R\partial\theta},\\
&\chi_1 = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \chi_2 = \frac{1}{R^2}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial\theta^2} + \frac{\partial v}{\partial\theta}\right), \tau = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial w}{R\partial\theta} + \frac{v}{R}\right).
\end{aligned}
\right\}
\tag{2}
$$

Предположим, что оболочка в поперечном направлении не растягивается и что сдвиг в срединной поверхности отсутствует, т.е.

$\varepsilon_2 = \omega = 0$, тогда, очевидно, между функциями w, v и u можно будет установить зависимость, а именно, для каждого фиксированного n должны удовлетворяться равенства

$$\left.\begin{aligned} B_{mn}V_m(x)n - A_{mn}W_m(x) = 0, \\ B_{mn}V_m^{'}(x) - C_{mn}\frac{U_m(x)}{R}n = 0. \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Из равенств (3) получаем, что при любом значении x

$$\left.\begin{aligned} B_{mn}V_m(x)n = \frac{A_{mn}}{n}W_m(x), \\ C_{mn}U_m(x) = \frac{B_{mn}}{n}V_m^{'}(x)l = \frac{A_{mn}}{n^2}W_m^{'}(x)R. \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Подставляя (4) в (1) и (2), находим выражения для перемещений и деформаций.

Собственные частоты и формы колебаний оболочки определяем по методу Ритца. В качестве аппроксимирующей функции $W_m(x)$ выбираем собственную функцию колебаний элементарной балки полоски, вырезанной вдоль образующей. W_m удовлетворяет уравнению

$$\tilde{E}J\,\frac{d^4W}{dx^4} - p^2\rho hW = 0,\ \tilde{E}_n\varphi(t) = E_{0n}\left[\varphi(t) - \int_0^t R_{En}(t-\tau)\varphi(t)d\tau\right], \qquad (6)$$

где $\varphi(t)$–произвольная функция времени; $R_{En}(t-\tau)$–ядро релаксации; E_{01}– мгновенный модуль упругости.

Принимаем интегральные члены в (5) малыми, тогда функция $\varphi(t) = \psi(t)e^{-i\omega_R t}$, где $\psi(t)$-медленно меняющаяся функция времени, ω_R-действительная константа. Тогда, заменим соотношения (6) приближенными вида

$$\overline{E}_n\varphi = E_{0j}\left[1 - \Gamma_j^C(\omega_R) - i\Gamma_j^S(\omega_R)\right]\varphi,$$

где $\Gamma_n^{\,C}(\omega_R) = \int_0^\infty R_n(\tau)\cos\omega_R\tau\,d\tau$, $\Gamma_n^{\,S}(\omega_R) = \int_0^\infty R_n(\tau)\sin\omega_R\tau\,d\tau$, соответственно, косинус и синус образы Фурье ядра релаксации материала. В качестве примера вязкоупругого материала примем трех параметрическое ядро релаксации: $R_n(t) = A_n e^{-\beta_n t}/t^{1-\alpha_{jn}}$. На функцию влияния $R_n(t-\tau)$ накладываются обычные требования интегрируемости, непрерывности (кроме $t=\tau$), знако - определенности и монотонности:

$$R > 0, \qquad \frac{dR(t)}{dt} \le 0,\ \ 0 < \int_0^\infty R(t)dt < 1.$$

Тогда решение уравнения (6) имеет вид

$$W_m(x) = C_1 chk_m\overline{x} + C_2 shk_m\overline{x} + C_3\cos k_m\overline{x} + C_4\sin k_m\overline{x}. \qquad (5)$$

Для вычисления параметров A_{mn} и собственной частоты оболочки служит следующая система уравнений:

$$\sum\sum\left(\frac{\partial \Pi}{\partial A_{mn}}-p^2\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial A_{mn}}\right)=0, \qquad (6)$$

где Π-потенциальная энергия оболочки; T-кинетическая энергия оболочки, совершающая колебания с частотой p. При принятых допущениях

$$\Pi=\frac{Eh}{1-\mu^2}\int_0^l\int_0^{2\pi}\varepsilon_1^2 Rdxd\theta+\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}\int_0^l\int_0^{2\pi}\left[\chi_1^2+\chi_2^2+2\mu\chi_1\chi_2+2(1-\mu)\tau^2\right]Rdxd\theta,$$
$$T=\rho h\int_0^l\int_0^{2\pi}\left[w_m^2+v_m^2+u_m^2\right]Rdxd\theta. \qquad (7)$$

Дифференцируя (6) и (7) по A_{mn} с подстановкой в (5), получаем для каждого фиксированного значения n такую систему уравнений:

$$\begin{aligned}&A_{1n}(a_{1n}^{1n}-p^2b_{1n}^{1n})+A_{2n}(a_{2n}^{1n}-p^2b_{2n}^{1n})+...+A_{mn}(a_{mn}^{1n}-p^2b_{mn}^{1n})=0,\\&A_{1n}(a_{1n}^{2n}-p^2b_{1n}^{2n})+A_{2n}(a_{2n}^{2n}-p^2b_{2n}^{2n})+...+A_{mn}(a_{mn}^{2n}-p^2b_{mn}^{2n})=0,\\&.................\\&A_{1n}(a_{1n}^{mn}-p^2b_{1n}^{mn})+A_{2n}(a_{2n}^{mn}-p^2b_{2n}^{mn})+...+A_{mn}(a_{mn}^{mn}-p^2b_{mn}^{mn})=0,\end{aligned} \qquad (8)$$

Коэффициенты a_{mn}^{mn} и a_{mn}^{pn} после интегрирования по φ будут:

$$\begin{aligned}a_{mn}^{mn}=\frac{Eh}{1-\mu^2}\pi R\Bigg\{&\int_0^l\frac{W^{"2}}{n^4}R^2dx+\frac{h^2}{12}\int_0^l\Big[W_m^{"2}+\\&+\frac{W_m^2}{R^4}(1-n^2)^2+2\mu\frac{1-n^2}{R^2}W_m^{"}W_m+\\&+2(1-\mu)\frac{W_m^{'2}}{R^2}\frac{(1-n^2)^2}{n^2}\Big]\Bigg\}dx,\end{aligned} \qquad (9)$$

$$b_{mn}^{mn}=\pi\rho hR\int_0^l\left[W_m^2(1+\frac{1}{n^2})+\frac{W_m^{'2}R^2}{n^4}\right]d\bar{x}$$
$$b_{mn}^{pn}=\pi\rho hR\int_0^l\frac{W_m^{'}W_p^{'}}{n^4}dx.$$

При выводе выражений (19) учитывалась ортогональность балочных функций, т.е.

$$\left.\begin{aligned} &\int_0^l W_m(x)W_p(x)dx = 0, \\ &\int_0^l W_m^{"}(x)W_p^{"}(x)dx = 0. \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

Рассмотрев общую схему решения задачи об определении собственных колебаний оболочки, перейдем к рассмотрению частных случаев.

Оболочка консольная**.** В этом случае балочная функция $W_m(x)$ будет определяться так

$$W(x) = \frac{1}{\sqrt{l}}\left[ch - k_m\bar{x} - \cos k_m\bar{x} + B_m\left(\sin x_m\bar{x} - shk_m x\right)\right] \ , \tag{11}$$

где

$$B_m = \frac{shk_m - \sin k_m}{chk_m + \cos k_m}, \qquad \bar{x} = \frac{x}{l},$$

$$k_m l = 1{,}875, \qquad 4{,}694, \qquad 7{,}854,....$$

Подставляя (15) в формулы (11) и (12), получаем

$$a_{mn}^{mn} = \frac{Eh}{(1-\mu^2)R^2}\pi R\left\{\frac{k_{mm}^4\eta^4}{n^4} + \beta\begin{bmatrix} k_{mm}^4\eta^4 + (1-n^2)^2 + 2\mu(1-n^2)\omega_{mm}\eta^2 + \\ +2(1-\mu)\dfrac{(1-n^2)^2}{n^2}a_{mm}\eta^2 \end{bmatrix}\right\}$$

$$a_{mn}^{pn} = \frac{Eh\pi R}{(1-\mu^2)R^2} = \beta\begin{bmatrix} \mu(1-n^2)(\omega_{mp} + \omega_{pm})\eta^2 + \\ +2(1-\mu)a_{mp}\dfrac{(1-n^2)^2}{n^2}\eta^2 \end{bmatrix}, \tag{12}$$

где

$$\begin{gathered} \omega_{mp} = \int_0^l W_m'' W_p dx, \qquad \alpha_{mp} = \int_0^l W_m' W_p' dx, \\ \eta = \frac{R}{l}, \quad \beta = \frac{h^2}{12R^2}. \end{gathered} \tag{13}$$

Подставляя (15) в (13), находим

$$\begin{gathered} b_{mn}^{mn} = \rho h\pi R\left[1 + \frac{1}{n^2} + \alpha_{mm}\frac{\eta^2}{n^4}\right], \\ b_{mn}^{mn} = \rho h\pi R\alpha_{mp}\frac{\eta^2}{n^4}. \end{gathered} \tag{14}$$

Для первых трех значений m имеем следующую таблицу значений ω_{mp} и a_{mp} (табл. 1).

P / M	1	2	3	1	2	3
1	0,880	1,881	1,57	4,69	-7,466	4,01
2	-11,66	-13,29	3,16	-	32,40	-22,27
3	27,06	-0,97	-46	-	-	77,38

Коэффициент a_{mn}^{mn} для $m=1,2,3$ с помощью табл. 3 можно записать так (обозначив отношение $R/l=\eta$ и исключив постоянный множитель)π :

$$\frac{\left(1-\mu^2\right)R^2}{Eh}n^4a_{1n}^{1n}=12,4\eta^4+\beta n^4\left\{12,4\eta^4+\left(1-n^2\right)^2+\right.$$

$$\left.+2\eta^2\left[-0,264\left(1-n^2\right)+3,29\frac{\left(1-n^2\right)^2}{n^2}\right]\right\}$$

$$\frac{\left(1-\mu^2\right)R^2}{Eh}n^4a_{2n}^{2n}=484\eta^4+\beta n^4\left\{484\eta^4+\left(1-n^2\right)^2+\right. \tag{15}$$

$$\left.+2\eta^2\left[4\left(1-n^2\right)+22,6\frac{\left(1-n^2\right)^2}{n^2}\right]\right\},$$

$$\frac{\left(1-\mu^2\right)R^2}{Eh}n^4a_{1n}^{1n}=12,4\eta^4+\beta n^4\left\{\begin{array}{l}12,4\eta^4+(1-n^2)^2+\\ +2\eta^2\left[13,8(1-n^2)+34\dfrac{(1-n^2)^2}{n^2}\right]\end{array}\right\}$$

$$n^4b_{1n}^{1n}=n^4+n^2+4,69\eta^2, \tag{16}$$

$$n^4b_{2n}^{2n}=n^4+n^2+32,04\eta^2$$

$$n^4b_{3n}^{3n}=n^4+n^2+77,38\eta^2$$

Для вычисления частот собственных колебаний можно воспользоваться формулой (14), т.е. вместо n систем из m уравнений рассматривать только одно уравнение, состоящее из диагонального члена матрицы. Связь, существующая между формами $W_{m,n}$ и $W_{m+1,n}$ настолько мала, что ею можно пренебречь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольденвейзер А.Л. Теория упругости тонких оболочек, ГИТЕЛ, 1953.

2. Lychev, S.A. The dynamical reaction of 3-layered viscoelastic shell / S. A. Lychev, Y. N. Sayfutdinov // XXXIII Summer School - Conference "Advanced problems in mechanics": Book of Abstracts, SPb., June 24-July 1, 2005. - SPb., 2005. - P. 80.

3.Браславский В. Е., О колебаниях цилиндрических оболочек, Инженерный сборник, т. XVI, АН СССР, ОТН, 1953.

4.Нашиф А., Джонс Д., Хендерсон Дж. Демпфирование колебаний: Пер.с англ. – Москва: Мир, 1988 – 448 с.

5.ГузьА.Н., Кубенко В.Д. Теория нестационарной аэрогидроупругости оболочек. - Киев: Наукова думка.- 1982.- 399с.

6. Safarov I.I., Kulmuratov N.R., Teshaev M.K., Kuldaschov N.U. Interaction of Non stationary Waves on Cylindrical Body. Applied Mathematics, 2019,10, Pp435-447.http://www.scirp.org/journal/am

РАДИАЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ВЯЗКОУПРУГОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

Чориев М., Намозов Ж.Ш.

ТХТИ

Основные уравнения движения деформируемых (линейных упругих или вязкоупругих) сферических тел имеют вид

$$(\tilde{\lambda}_j + 2\tilde{\mu}_j) grad\, div\,\vec{u} - \tilde{\mu}_j rot\, rot\,\vec{u} = \rho_j \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial t^2}, \quad j=1,2 \qquad (1)$$

где

$$\tilde{\lambda}_j \varphi(t) = \lambda_{0j}\left[\varphi(t) - \int_0^t R_{\lambda j}(t-\tau)\varphi(t)\,d\tau\right]; \qquad (2)$$
$$\tilde{\mu}_j \varphi(t) = \mu_{0j}\left[\varphi(t) - \int_0^t R_{\mu j}(t-\tau)\varphi(t)\,d\tau\right].$$

$\tilde{\lambda}_j$ и $\tilde{\mu}_j$ -операторные модули упругости [1,2], $\varphi(t)$–произвольная функция времени; ρ_j-плотность, $R_{\lambda j}(t-\tau)$ и $R_{\mu j}(t-\tau)$ –ядра релаксации и λ_{0j}, μ_{0j}– мгновенные модули упругости. При j=1 уравнения (1) и (2) относятся сфере, а при j =2 - к внешней среде.

Принимаем интегральные члены в (2) малыми, тогда функция $\varphi(t) = \psi(t) e^{-i\omega_R t}$, где $\psi(t)$-медленно меняющаяся функция времени, ω_R-действительная константа. Далее применяя процедуру замораживания [3], заменим (2) приближенным соотношением вида

$$\bar{\lambda}_j \phi = \lambda_{0j}\left[1 - \Gamma^C_{\lambda j}(\omega_R) - i\Gamma^S_{\lambda j}(\omega_R)\right]; \ \bar{\mu}_j \phi = \mu_{0j}\left[1 - \Gamma^C_{\mu j}(\omega_R) - i\Gamma^S_{\mu j}(\omega_R)\right]\phi, \quad (3)$$

где

$$\Gamma_{\lambda j}{}^C(\omega_R) = \int_0^\infty R_{\lambda j}(\tau)\cos\omega_R\tau\, d\tau;\ \Gamma_{\lambda j}{}^S(\omega_R) = \int_0^\infty R_{\lambda j}(\tau)\sin\omega_R\tau\, d\tau,$$
$$\Gamma_{\mu j}{}^C(\omega_R) = \int_0^\infty R_{\mu j}(\tau)\cos\omega_R\tau\, d\tau,\ \Gamma_{\mu j}{}^S(\omega_R) = \int_0^\infty R_{\mu j}(\tau)\sin\omega_R\tau\, d\tau$$

- соответственно косинус и синус образа Фурье ядра релаксации материала. На функцию влияния $R(t-\tau)$ накладываются обычные требования интегрируемости, непрерывности (кроме $t=\tau$), знако- определенности и монотонности:

$$R \rangle\ 0,\ \ \frac{dR(t)}{dt} \le 0,\ 0 \langle \int_0^\infty R(t)dt \langle 1.$$

Далее необходимо исследование периодические процессы в сплошной упругой среде со сферическим включением, отличающимся своими упругоплотностными и реологическими характеристиками от соответствующих характеристик в бесконечной среде, удовлетворяющие уравнениям (1), (2), (3).

Для решения рассматриваемой задачи примем зависимость $\vec{u}$ от времени в виде $\vec{u}=\vec{U}(r,\theta,\varphi)e^{i\omega t}$. При этом функция пространственных координат $\vec{U}(r,\theta,\varphi)$ может быть представлена в виде суммы потенциальной $\vec{U}_p = grad\,\phi$ и соленоидальной $\vec{U}_s = rot\vec{\psi}$ частей: $\vec{U}=\vec{U}_p+\vec{U}_s$, которые удовлетворяют следующим уравнениям

$$\left(\Delta+k_p^2\right)\vec{U}_p=0;\ \ \left(\Delta+k_s^2\right)\vec{U}_s=0,\ div\vec{U}_p=0;\ \ div\vec{U}_s=0, \qquad (4)$$

где

$$k_p^2=\omega^2/\mathit{\Gamma}_{p\kappa}c_p^2\ ;\quad k_s^2=\omega^2/\mathit{\Gamma}_{s\kappa}c_s^2,\ \mathit{\Gamma}_{p\kappa}=1-\Gamma_{p\kappa}^C\left(\omega_R\right)-i\Gamma_{p\kappa}^S\left(\omega_R\right);$$

$$\mathit{\Gamma}_{s\kappa}=1-\Gamma_{s\kappa}^C\left(\omega_R\right)-i\Gamma_{s\kappa}^S\left(\omega_R\right),\ \ c_p^2=(\lambda+2\mu)/\rho;\ \ c_s^2=\mu/\rho$$

- соответственно скорости распространения продольных и поперечных волн в упругом теле.

Чисто радиальные колебания упругой изотропной пустотелой сферы – относительно старая задача [2]. Более доступное решение приведено в [3], где частотное уравнение получено в виде

$$\frac{\nu ha+(h^2a^2-\nu)tgha}{(h^2a^2-\nu)-\nu hatgha}-\frac{\nu hb+(h^2b^2-\nu)tghb}{(h^2b^2-\nu)-\nu hbtghb}=0 \qquad (1)$$

Здесь a, b – соответственно внутренний и наружный радиусы пустотелой сферы,

$$h=\frac{\omega}{2}\sqrt{\nu\frac{\rho}{G}},\qquad \nu=2\frac{1-2\sigma}{1-\sigma}\qquad, \qquad (2)$$

ω-частота радиальных колебаний, ρ-плотность материала, σ- коэффициент Пуассона, G- модуль сдвига. Вычисления частот выполнены только для пустотелых сфер с пренебрежимо малой толщиной стопки.

Целью настоящей работы является вывод частотного уравнения в иной форме, позволяющей получить очень простое решение. Приводя уравнение (1) к общему знаменателю и приравнивая числитель нулю, получим

$$\frac{\nu h(b-a)(h^2ab+\nu)}{\nu^2h^2ab+(h^2a^2-\nu)(h^2b^2-\nu)}=\frac{tghb-tgha}{1+tghatghb}=0\,. \tag{3}$$

Правая часть уравнения (3) эквивалентна *tgh(b-a).* Введем теперь следующие обозначения:

$$a=R-\frac{t}{2}\quad,\ b=R+\frac{t}{2}\quad u=hl=h(b-a)$$

$$\zeta^2=h^2ab=h^2(R^2-\frac{t^2}{4})=h^2R^2-\frac{u^2}{4}\qquad, \tag{4}$$

где R-радиус срединной поверхности толстостенной сферической оболочки, t-толщина стенки. Замечаем также, что

$$h^2(a^2+b^2)=h^2(b-a)^2+2h^2ab=2\zeta^2+u^2$$

Теперь (4) можно переписать так:

$$\frac{\nu u(\zeta^2+\nu)}{\zeta^4-\nu(2-\nu)\zeta^2+\nu(\nu-u^2)}=tgu$$

Или в виде

$$\zeta^4-\nu(2-\nu+uctgu)\zeta^2+\nu^2(1-uctgu)-\nu u^2)\,. \tag{5}$$

Легко получить решение уравнения (5):

$$\zeta^2=\frac{\nu}{2}[2-\nu+uctgu\pm\sqrt{(2-\nu+uctgu)^2+4(\frac{1}{\nu}u^2+uctgu-1)}]\quad. \tag{6}$$

Поскольку ξ^2 должно быт положительным, то в (6) следует брать только знак плюс. Тогда получим следующее частотное уравнение в параметрическом виде:

$$h^2R^2=\frac{u^2}{4}+\frac{\nu}{2}[2-\nu+uctgu+\sqrt{(2-\nu+uctgu)^2+4(\frac{1}{\nu}u^2+uctgu-1)}]\quad. \tag{7}$$

Таблица 1.

Зависимость основной частоты радиальных колебаний от толщины стенки

Σ		0			1/3	
u	hR	$\omega^{\bullet}$	t/R	hR	$\omega^{\bullet}$	t/R
0.00	1.414	1.000	o.ooo	1.414	1.000	0.000
0.25	1.412	0.999	0.177	1.420	1.004	0.176
0.50	1.406	0.994	0.356	1.435	1.015	0.348
0.75	1.394	0.986	0.538	1.460	1.032	0.514
1.00	1.382	0.970	0.729	1.489	1.053	0.671
0.25	1,336	0.945	0.936	1.521	1.076	0.822
1.50	1.279	0.905	1.172	1.551	1.097	0.967
π/2	7.258	0.890	1.248	1.558	1.102	1.008
1,75	1.195	0.845	1.465	1.572	1.112	1.113
2.00	1.076	0.761	1.859	1.577	1.115	1.268
2.082	1,041	0.736	2.000			
2.25				1.553	1.098	1.449
2.50				1.483	1.049	1.685
2.744				1.372	1.970	2.000

С **помощью** этого уравнения легко построить кривую зависимости параметра частоты от отношения толщины сферы к ее радиусу. Некоторые результаты вычислений для первой формы колебаний при нескольких значениях коэффициента Пуассона (σ = 0, 1/3) даны в табл. 1 ($\omega^{\bullet} = \omega R / 2\sqrt{1(1-\sigma)/(1+\sigma)\rho / G}$). Очевидно, что на характер изменения основной частоты в зависимости от толщины стенки существенно влияет коэффициент Пуассона изотропной оболочки.

Литература.

1.Safarov I.I.,Boltaev Z.I.,Teshaev.M.Kh. Properties of Wave Motion in a Cylindrical Shell, Interacting with Viscous Liquid // Open Access Library Journal. - 2018. – Vol. 5. - pp.1-22

2. Safarov I.I.,TeshaevM.Kh., Boltaev Z.I. Own Vibrations of Bodies Interacting withUnlimited Deformable Environment// Open Access Library Journal. – 2018. – Vol. 5. - pp.1-22.

3.Safarov I.I.,Teshaev M.Kh.,AkhmedovM.Sh. Free Oscillations of a Toroidal Viscoelastic Shell with a Flowing Liquid// American Journal of Mechanics and Applications. – 2018. - 6(2). С. 37-49

РИВОЖЛАНГАН МАМЛАКАТЛАРДА ДАВЛАТ БОШҚАРУВИДА АКТ ЛОЙИҲАЛАРИНИ ЖОРИЙ ЭТИШ.

Сайдаҳмедов Музаффар Қодирович

Фарғона давлат университети амалий математика йўналиши 1-курс магистранти

1.Ривожланган мамлакатлар тажрибаси.

Ривожланган мамлакатлар тажрибаси ҳақида сўз юритар эканмиз биз давлат бошқарувида АКТ қўлланилишининг олдинги бўлимдагига қараганда кенгроқ тушунилишига ўтамиз. Ғарбий Европа, Осиёнинг кўпчилик мамлакатларида ва АҚШда икки тушунча фарқланади. Бу тушунчалар бошқарувнинг электронлаштирилишини – электрон маъмуриятни ва электрон демократияни тавсифлайди. Электрон маъмурият деганда ахборот ва коммуникация технологиялари асосида фуқароларга ҳар хил ижтимоий хизматлар кўрсатилиши тушунилган ҳолда кўпчилик ривожланган мамлакатларда шунингдек электрон демократия тушунчасини ҳам фарқлайдилар. Етарлича кенг бўлган ушбу таъриф билан сиёсий таъсир кўрсатилишини ва рақамли ахборотдан фойдаланиш мумкинлигини ва унинг очиқ-ошкоралигини, Интернет туфайли давлат ва жамоатчилик институтларининг иштироки билан фуқаролар ва ташкилотларнинг жамоатчилик фикрини шакллантириш жараёнларида демократик иштирок этишини белгилайдилар. Бунда электрон демократия аввал бошданоқ электрон маъмурият билан биргаликда давлат бошқарувида АКТнинг марказий элементи сифатида қаралиши керак деб ҳисобланади. Башарти дастлаб фуқароларга фақат электрон хизматлар кўрсатилишига эътибор жамланадиган бўлса, демократик иштирок этиш воситаларининг кейинчалик жорий этилиши анча қийин кечади.

Австралия ва Янги Зеландияда барча даражалардаги ҳокимият органлари ишида Интернетдан, ахборот ва коммуникация технологияларидан фойдаланиш ҳозирнинг ўзидаёқ салмоқли натижаларига олиб келди. Кейинги беш йил биринчи босқичда давлат бошқарувида АКТ тизими қандай ривожланиши мумкинлигини яққол кўрсатди. Бунда асосий эътибор ҳукумат ахборотини тарқатиш ва хизматлар кўрсатишнинг самаралироқ ва тежамли усулларига қаратилди. Ушбу вазифа икки жиҳати билан тавсифланади. Биринчи, 15 Қаранг: Бертельсманн жамғармаси материаллари (Бертелсманн Фоундатион) 43 асосий жиҳат ҳукуматдан истеъмолчилар ва фуқароларга ахборотнинг самаралироқ оқимини ташкил этиш билан боғлиқдир. Иккинчи жиҳат Интернет ёки телефон орқали ҳукумат билан ўзаро ҳамкорликнинг хилма-хил турлари учун имкониятларни аста-секин барпо этишдан иборатдир. Австралиянинг федерал ҳукумати 1997 йилда ўз зиммасига олган «2001 йилда барча зарур ҳукумат хизматлари онлайн режимида кўрсатилиши» тўғрисидаги мажбурият муваффақиятли бажарилганлигини эълон қилди. Бош вазир Говард (2002 йил февралда) 1600 дан ортиқ хизматлар ҳозирнинг ўзидаёқ турли ҳукумат муассасалари томонидан онлайн режимида кўрсатилаётганлигини маълум қилди. Асосий соҳаларда ахборот ва хизматлар кўрсатиш даражасини янада ошириш ва улардан фойдаланишни такомиллаштириш учун янги портал (www.аустралиа.гов.ау) ишга туширилди. Янги Зеландияда давлат бошқарувида АКТни жорий этиш стратегияси 2000 йилда ишлаб чиқила бошланди. Ушбу стратегия бир нечта устувор йўналишларда, шу жумладан ҳукумат хизматларига киришнинг ягона нуқтасини яратишга жамланди (www.говт.нз). Олдинга қўйилган вазифалар орасида қуйидаги вазифалар бор: хизматлар сифатини ошириш, пул маблағларидан самарали фойдаланиш, Янги Зеландиянинг нуфузини кўтариш ва фуқароларнинг давлатни бошқаришдаги иштирокини кенгайтириш. Стратегия қуйидаги уч асосий принципга асосланган эди: қулайлик ва қониқиш ҳосил қилиш, интеграция ва самарадорлик, иштирок этиш. Биринчи босқичда тегишли ҳимояланган муҳитни таъминлаш, метамаълумотларнинг келишилган тузилмасини ташкил этиш ҳамда ҳукумат wеб-порталини ривожлантириш стратегияси ва йўналишларини ишлаб чиқиш. 2001 йил декабр ойида стратегия амалга оширилган ташаббуслар ҳисобга олинган ҳолда қайта кўриб чиқилди, июль ойида ҳукуматнинг янги портали ўз ишини бошлади. Европада давлат бошқарувида ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантиришнинг охирги тадқиқотлари илк тадқиқотлар (2001 йил октябрь) маълумотларига қараганда ўсиш бор эканлигини кўрсатди. 2002 йил апрель ойида тақдим этилган ҳисоботга мувофиқ Интернетдаги оммавий сервислардан фойдаланиш ва уларнинг интерфаоллиги 10 фоизга ўсган ва 55 фоизга яқинлашган. Европа Комиссиясининг ташаббуси доирасида ўтказилган «Электрон Европани қиёслаш» («Benchmarking eEurope») тадқиқоти давомида 44 Ривожланган мамлакатларда давлат бошқарувида АКТ лойиҳаларини жорий этишнинг ушбу босқичидаги асосий вазифа – эҳтимол «бошқарув»нинг мутлақо янги шаклларини жорий этган ҳолда давлат бошқарувининг сифат жиҳатидан янги, янада кучли ва самарали тизимини шакллантиришдир Европа Комиссиясига аъзо бўлган 15 давлатда ҳамда Исландия, Норвегия ва Швейцарияда йигирмата асосий ижтимоий хизматлар баҳоланди. Шундай қилиб, ривожланган мамлакатлар тажрибаси давлат бошқарувида ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантиришнинг навбатдаги босқичига эътиборни қаратиш шакшубҳасиз эканлиги тўғрисидаги хулосани мустаҳкамлади. Бу босқич ҳозирнинг ўзидаёқ бошланиб кетган. Бугунги кунда фуқаролар ва ҳукумат ташкилотлари ўртасида онлайн операциялари доирасини қўллаб-қувватлаш ва кенгайтиришдан ташқари ҳукуматнинг функциялари ва амалий фаолияти самарадорлигини ошириш учун янги технологиялардан фойдаланиш зарурияти пайдо бўлади.

Янги Зеландия фуқаролари давлат бошқарувида АКТ – одамларга ҳукумат ахбороти ва хизматларидан қулайроқ фойдаланиш, ушбу хизматлар сифатини такомиллаштириш ва фуқароларнинг демократик институтлар ва тартиб-қоидаларда иштирок этишининг кенгроқ имкониятларини таъминлаши учун ҳукумат ташкилотларининг янги технологиялардан фойдаланиш усулидир деб ҳисоблайдилар.

Ривожланган мамлакатларда давлат бошқарувида АКТ лой-иҳаларини жорий этишнинг ушбу босқичидаги асосий вазифа – эҳтимол «бошқарув»нинг мутлақо янги шаклларини жорий этган ҳолда давлат бошқарувининг сифат жиҳатидан янги, янада кучли ва самарали тизимини шакллантиришдир.

Ривожланган мамлакатлар ҳукуматларида Интернетдан ва wебтехнологиялардан фойдаланишга ўтиш давлат бошқарувида АКТ тизимининг учта алоҳида, бироқ бир-бирига алоқадор элементларини бирлаштиради.

Бу қандай элементлар?

1-элемент – ташкилий самарадорликни ошириш нуқтаи назаридан Интернетнинг бизнес ечими: яъни ҳукумат муассасаларига хусусий секторда майда ва йирик компаниялар фойдаланаётган ташкилий устунликларни бериш учун Интернет ва wеб-ечимлардан фойдаланиш – харажатларни камайтириш, маҳсулдорликни ошириш, сифатни яхшилаш.

2-элемент – ахборотни оммавий беришдан (публиш) ва истеъмолчилар/фуқаролар билан ўзаро ҳамкорликнинг оддий шаклларидан (интераст) тортиб мураккаброқ транзакцияларгача (трансаст) кўрсатилаётган хизматлар сифатини ошириш учун хизматларнинг истеъмолчиларига ва фуқароларга кўпроқ эътиборни қаратиш.

3-элемент – электрон демократия (e-Democracy) – онлайн маслаҳатлар (сонсултатион), давлат қарорлари қабул қилинишида онлайн иштирок этишнинг бошқа шакллари (партисипатион) ва электрон овоз бериш (вотинг) воситасида фуқароларнинг демократик жараёнларда ва давлатни бошқаришда иштирокини кенгайтириш учун давлат бошқарувида АКТнинг тармоқли ва бошқа корпоратив ресурсларидан фойдаланиш. 48 АКТ жорий этилшига умумий тайёрликнинг 4 шарти: - кучли раҳбарлик; - самарали бошқариш; - технологиялар мавжудлиги; - ходимларнинг малакаси Бунда қуйидаги омиллар барча уч элементнинг муваффақиятли амалга оширилишининг асосий шарти ҳисобланди: - ривожланиш истиқболларининг давлат томонидан умумий тарзда қаралиши; - стратегиядан уни бажаришга ўтиш учун давлатда амалий ишлар режаси мавжудлиги; - бошқарувнинг ресурслари ва имкониятларини тўғри тақсимлаш; - кўламли қайта ўзгартиришларга эмас, балки тизимли қайта ўзгартиришларга қодирлик; - фаолиятни кузатиб бориш ва натижаларни баҳолаш мумкинлиги.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. М.Х,. Саидов, Тошкент давлат аграр университети “Агрологистика” кафедраси мудири, и.ф.д, проф.

2. Узбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 5 октябрдаги ПФ-6079-сонли “Ракамли Узбекистон -2030” стратегиясини тасдиклаш ва уни амалга ошириш чора - тадбирлари тугрисида”ги Фармони.

3. Олий таълим: (лугат - маълумотнома) / Туз: М.Х. Саидов, Л.В. Перегудов, З.Т. Тохиров; акад. С.С. Ғуломов тахрири остида. - Т.: Молия, 2003. - 120, 288-289, 352-353- бетлар.

4. Осипова, Осипова Олга Петровна, педагогика фанлари доктори, доцент, профессор, “Таълим тизимини бошқариш” кафедраси. Т.И. Шамова, Москва давлат педагогика университети

СУТ ВА СУТ МАҲСУЛОТЛАРИ КИМЁВИЙ ТАРКИБИДАГИ ОҒИР МЕТАЛЛАРНИНГ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ

ТКТИ 1 -курс магистранти Саидаминова.М.С доц.Алимбаев С.А ., (PhD) Саматов А.А

Сут маҳсулотларининг кимёвий таркиби асосида ташқи иқтисодий фаолиятда республика иқтисодий манфаатларини ҳуқуқий муҳофазалаш роли кучайтирилган янги товар кодларини яратиш, уларни таснифлаш ва изоҳлар тайёрлаш; Товарларнинг кимёвий экспертизаси юзасидан ишлаб чиқилган усулларни ташқи иқтисодий фаолиятда хизмат кўрсатувчи деклорантлар, тадбиркорлик субъектлари, божхона экспертларига товар коди мутаносиблигини аниқлашларида қўллаш учун таклиф этиш; Саломатлик учун зарарсиз бўлган озиқ-овқат маҳсулотлари ишлаб чикаришни таъминлаш учун, озуқавий хом ашёлар ва тайёр маҳсулотларни доимий назорат қилиб туриш - озиқ-овқат саноати мутахассисларининг асосий вазифаси бўлиб ҳисобланади. Озиқ-овқат маҳсулотлари ишлаб чиқариш жараёнида хом ашёни етиштириш (ҳайвонларни озиқлантириш)да, хом ашёни сақлашда, тайёр маҳсулотларни сақлашда ёки маҳсулот ишлаб чиқариш технологиясининг бузилиши натижасида озиқ-овқат маҳсулотларига тушадиган ифлослантирувчи моддалар – токсик моддалар тушади

СанҚваМ бўйича одатда 8 та элемент: симоб, қўрғошин, кадмий, мишьяк, рух, мис, темир ва қалай токсик элементлар бўлиб ҳисобланади. Хатто қисқа муддат сақлашга мўлжалланган йиғма тунка банкаларга жойлашган консерваларни шиша банкаларга жойлаш тавсия этилади, чунки ҳаво кислороди таъсирида тункабанкаларнинг емирилиши тезда ортиб кетади ва бир неча кун ичида маҳсулот таркибидаги оғир металл тузларининг микдори бир неча марта ортади. Шу билан бирга, сиркаланган, тузланган ва нордон маҳсулотларни рухланган идишларда саклаш мумкин эмас (маҳсулотларни рух ва кадмий билан зарарланишнинг олдини олиш максадида), чунки рухланган катлам таркибида бир қанча микдорда кадмий мавжуд бўлади. Безак учун мўлжалланган чинни ва сопол идишларда таомни тайёрламаслик ва сақламаслик керак (яъни таом учун эмас, балки, безак учун мўлжалланган идишларда), чунки идишнинг сариқ ва қизил рангдаги устки қисми таркибида қўрғошин ва кадмий тузлари мавжуд бўлиб, бундай идишлар таом учун ишлатилганда осонгина овқатга ўтади. Маҳсулотларни тайёрлаш учун фақатгина озуқавий мақсадларга мўлжалланган махсус идишлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Санитарик назорат ташкилотлари томондан озиқ-овқат хом ашёси ва тайер маҳсулотлар таркибидаги токсик элементлар микдорларига қатъий меъёрлар ўрнатилган. Кўпчилик маҳсулотлар учун токсик элементлар концентрацияларининг рухсат этилган микдорлари белгилаб қўйилган. Озиқ – овқат маҳсулотлари таркибида токсик элементларнинг миқдори белгиланган меъёрлардан ошиб кетса, одам организмида захарланиш оқибатлари келиб чиқади ва бунинг натижасида турли хил касалликлар юзага келади.

Юқоридагилардан келиб чиқадиган бўлсак, сут маҳсулотларининг таркибидаги оғир металларнинг миқдорини аниқлаш долзарб вазифа ҳисобланади.

Синов намуналари	Таркибидаги оғир металлар миқдори, мг/кг					
	Рух	ПДК	Кадмий	ПДК	Қўрғошин	ПДК
Намуна № 1	0,01	5	0,0034	0,1	0,0283	0,3
Намуна № 2	0,012	5	0,0019	0,1	0,012	0,3
Намуна № 3	0,0004	5	0,0022	0,1	0,022	0,3
Жадвалдан кўриниб турганидек, намуна таркибида рух 0,0004-0,010 мг/кг						

Лаборатория шароитида сут маҳсулоти таркибидаги оғир металл тузлари аниқланди.Сут маҳсулотидан 2 гр миқдорида намуна олинди. Уни 500^0 С ҳароратгача чидамли махсус чинни чашкага солиб, электр плиткасида ранги қорайгунча қиздирилди ва муфель печига қўйиб 3 соат давомида куйдирилди. Кейин намуна совутилиб устига 1:1 концентрлган HNO3қуйилиб ва 10 – 15 дақиқа электр плиткасига буғлангунча қиздирдирилди. Кейин 1:1 хлорид кислотаси (HCl) дан 2 мл қуйиб, яна электр плиткасида буғлангунча қиздирдирилди ва кейин устига 25 мл. асосий (фонли) эритма қуйилиб, аралаштирилди. Аралашмани фильтрлаб АВС – 1.1 вольтамперметрли анализаторда текширилди. Олинган натижаларни СанҚваМ 0283-10 (Озиқ – овқат маҳсулотлари хавфсизлигига қўйилган гигиеник талаблар) бўйича рухсат этилган чегаравий нормалар билан солиштириб, мувофиқлиги текширилди. Натижалар жадвалда келтирилган

Йогурт таркибидаги оғир металларнинг концентрациялари, мг/кг оралиғида, кадмий элементи эса рухсат этилган концентрациянинг 6-11 % ини ташкил қилади. Қўрғошиннинг ўртача қиймати 0,020 мг/кгни ташкил қилади. Маҳаллий ва хорижий ишлаб чиқарувчилар тоионидан ишлаб чиқарилган қуюлтирилган сут таркибида оғир металларни таҳлил қилиш натижалари 3-жадвалда келтирилган. Барча ўрганилган намуналарда оғир металлар рухсат этилган концентрациялардан ошмаслиги кўрсатилди. Токсик элементлар нормадан кўп бўлиши албатта инсон саломатлигига катта хавф туғдиради. Рух тузлари асосан ўткир захарланишларни келтириб чиқаради. Меъёридан ошиб кетган металл тузлари ошқозоннинг шиллиқ қаватига куйдирувчи таъсир кўрсатади, шунинг учун организмга умумий таъсир кўрсатмайди. Рух тузлари билан ўткир захарланиш маҳсулотни қабул қилгандан 2-3 соат ўтгач бошланади.Шундай қилиб, сут маҳсулотларида баъзи токсик моддаларни таҳлил қилиш оғир металларнинг ўртача концентрацияли даражаси сут маҳсулотларидаги токсик моддаларнинг рухсат этилган максимал қийматларидан ошмаслигини кўрсатди.

Фойдаланилган адабиётлар

[1] Сульдина Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм. Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016.

[2]Н.Е.Панфилова"Сут ва саломатлик". Тошкент "Мехнат" 1991 й.

[3] П.В.Кугенев. "Молоко и молочные продукты". Москва"Россельхозиздат" 1985 г.

[4] Саматов А.А., Хамракулов Г., Алимбаев С.А. Пишлоқ маҳсулотлари учун маҳсус теҳник регламент ишлаб чиқиш.//Илмий-техника журнал «STANDART» 2019 й., №1 40-42 б.

BUZILISH CHIZIG'IGA EGA ELLIPTIK TENGLAMA UCHUN

ND_1 CHEGARAVIY MASALASINI YECHIMINING MAVJUDLIGI HAQIDA

Sayfullayeva Shahlo Shavkatovna

Buxoro davlat universiteti, Fizika-matematika fakulteti talabasi,

e-mail: sshahlo0309@mail.ru

$x > 0$ va $y > 0$ da $A(1,0)$ va $B(0,1)$ nuqtalarni tutashtiruvchi normal egri chiziq: $\sigma_0 : x^{2p} + y^{2p} = 1,\ y = 0$ o'qidagi OA va $x = 0$ o'qidagi OB kesma bilan chegaralangan Ω sohada

$$y^m U_{xx} + x^m U_{yy} = f(x, y, U, U_x, U_y), \qquad (1)$$

tenglamani qaraymiz, bu yerda $m > 0$.

Quyidagi belgilashlarni kiritib olamiz:

$$I_1 = \{(x, y)\}: 0 < x < 1,\ \ y = 0,\ I_2 = \{(x, y): x = 0,\ \ 0 < y < 1\},$$

$$P = \{(x, y) \in (\overline{\Omega}), -\infty < U, U_x, U_y < +\infty\}, 2p = m + 2,\ \ 2\beta = m/(m + 2).$$

***ND_1* masalasi**. Ω sohada

$$U(x, y) = \varphi(x, y), \qquad (x, y) \in \sigma,$$

$$U|_{OA} = \tau(x)\,, \qquad (x, 0) \in \bar{I}_1\,,$$

$$\lim_{x \to +0} \frac{\partial U}{\partial x} = \nu(y), \qquad (0, y) \in I_2,$$

chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi (1) tenglamani regulyar yechimini toping,

bu yerda $\varphi(x, y)$, $\tau(x)$, $\nu(y)$ – berilgan uzluksiz funksiyalar, $\nu(y)$ funksiya $O(0,0)$ va $B(0,1)$ nuqtalarda mos ravishda birdan kichik va æ tartibli cheksizlikka intilishi mumkin, $\varphi(1,0) = \tau(1)$.

Faraz qilamiz, $f(x, y, U, U_x, U_y)$ funksiya quyidagi shartlarni qanoatlantirsin:

$$f(x, y, U, U_x, U_y) = (xy)^{2p+1} f_1(x, y, U, U_x, U_y),$$

bunda $f_1(x,y,U,U_x,U_y)$ – funksiya P da uzluksiz va barcha argumentlari bo'yicha birinchi tartibli uzluksiz hosilaga ega hamda σ_0 da $1+\alpha$ tartibli nolga aylansin, $\alpha -$ yetarlicha kichik musbat son va

$$\max_P \left||f_1|,|f_{1U}|,|f_{1U_x}|,\left|f_{1U_y}\right|\right| \leq const.$$

[1-2] maqolalardagi lemmaga asosan (1) tenglama uchun $\boldsymbol{ND_1}$ chegaraviy masalasi ekvivalent ravishda quyidagi integro-differensial tenglamaga keltiriladi:

$$U(x,y) = -\iint_{\Omega} f(\xi,\eta,U,U_\xi,U_\eta) G_3(\xi,\eta;x,y) d\xi d\eta, \qquad (3)$$

bunda $G_3(\xi,\eta;x,y) -$ (1) tenglama uchun $\boldsymbol{ND_1}$ chegaraviy masalasini Grin funksiyasi [3].

[4] maqolada $G_3(\xi,\eta;x,y) -$ funksiyasi uchun keltirilgan baholardan foydalanib, (3) integro-differensial tenglamaning yechimini ketma-ket yaqinlashish usuli bilan izlaymiz.

Lemma. $f(x,y,U,U_x,U_y) -$ yuqorida berilgan shartlarni qanoatlantirsin. U holda quyidagi baholar o'rinli:

$$|U_{n+1} - U_n| \leq C_1 CM(C_3\bar{N}C)^n, \left|\frac{\partial U_{n+1}}{\partial x} - \frac{\partial U_n}{\partial x}\right| \leq C_2 CM(C_3\bar{N}C)^n,$$

$$\left|\frac{\partial U_{n+1}}{\partial y} - \frac{\partial U_n}{\partial y}\right| \leq C_2 CM(C_3\bar{N}C)^n,$$

bu yerda $n = 0,1,\dots,\ \ C_1 = \dfrac{2}{p(1-2\varepsilon)},\ \ C_2 = \dfrac{16}{p^2}, C_3 = 3\max(C_1,C_2),$

$$M = \left|\max_{\Omega} f_1(x,y,0,0,0)\right|, \quad \bar{N} = \max_{P}\left||f_{1U}|,|f_{1U_x}|,\left|f_{1U_y}\right|\right|,$$

$C = const$ va berilgan funksiya va tenglamaning parametrlariga bog'liq aniq son.

Lemma ketma-ket yaqinlashish usulidan foydalanib isbotlanadi [5-6].

Quyidagi teorema o'rinli.

Teorema. Agar $f(x,y,U,U_x,U_y) -$ funksiyaga yuqorida qo'yilgan shartlar bajarilsa va $\bar{N} < (C_3C)^{-1}$ bo'lsa, u holda (2) tenglama uchun $\boldsymbol{ND_1}$ chegaraviy masalaning yechimi mavjud bo'ladi.

Teorema yuqorida keltirilgan lemma yordamida isbotlanadi [7-10].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sayfullayeva Sh.Sh. Elliptik tenglamalar uchun chegaraviy masalalarning Grin funksiyalari haqida // Journal of new century innovations, 3:3 (2022), 7-18 b.

2. Rasulov X.R., Sayfullayeva Sh.Sh. Ikkita buzilish chizig'iga ega elliptik tenglama uchun chegaraviy masalaning yechimi haqida // Models and methods for increasing the efficiency of innovative research, Germany, 10 (2022), p. 184-186.

3. Менгзияев Б. некоторые краевые задачи для уравнений смешанного типа с двумя линиями вырождения // Дисс. канд. физ.-мат. наук (Библиотека Математического института АН Республики Узбекистан). Ташкент, 1978

4. Sayfullayeva Sh.Sh. Elliptik tenglama uchun ND_1masalasi Grin funksiyasining bahosi haqida // Journal of new century innovations, 3:3 (2022), 19-29 b.

5. Расулов Х.Р. (1996). Задача Дирихле для квазилинейного уравнения эллиптического типа с двумя линиями вырождения // ДАН Республики Узбекистан, №12, с.12-16.

6. Салохитдинов М.С., Расулов Х.Р. (1996). Задача Коши для одного квазилинейного вырождающегося уравнения гиперболического типа // ДАН Республики Узбекистан, №4, с.3-7.

7. Расулов Х.Р. Краевые задачи для квазилинейных уравнений смешанного типа с двумя линиями вырождения // Бухара, «Дурдона», 2020 г., 96 с.

8. Rasulov H. KD problem for a quasilinear equation of an elliptic type with two lines of degeneration // Journal of Global Research in Mathematical Archives. 6:10 (2019), p.35-38.

9. Rasulov X.R. (2020). Boundary value problem for a quasilinear elliptic equation with two perpendicular line of degeneration // Uzbek Mathematical Journal, №3, pp.117-125.

10. Rasulov H. Boundary value problem for a quasilinear elliptic equation with two perpendicular line of degeneration // Центр научных публикаций (buxdu. uz) 5:5 (2021).

СОБСТВЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ КУСОЧНО-ОДНОРОДНЫХ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ВНУТРЕННЕЙ И ВОЛНОВОЙ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ

Кулдашов Н.У., Ишмаматов М.Р

ТХТИ, НавГГТУ

Рассмотрим собственные колебания среды при наличии цилиндрического отверстия. Математическая постановке задачи о собственных колебаниях включает вариационные уравнения , которые записываются в виде

$$\delta \mathrm{A} = -\int_{\Omega} \sigma_{\mathrm{ij}} \delta\varepsilon_{ij} dv + \omega^2 \int_{\Omega} \rho_1 u'' \delta U d\Omega = 0 \qquad (1)$$

С помощью разработанного МКЭ - алгоритма, вариационная задача (1) сводится к комплексной алгебраической проблеме собственных значений

$$([k]-i\omega[c]-\omega^2[m])\{q\} = 0, \qquad (2)$$

где [M], [C], [K] – соответственно матрацы масс, демпфирования жесткости системы; {q} – векторы смещений.

Для определения собственных частот колебаний необходимо найти собственные значения, которые являются корнями частотных уравнений (2). Все собственные значения можно определить при помощи итерационного метода Мюллера [2]. Итерационной метод Мюллера представляет собой схему квадратичной интерполяции, которая дает быструю сходимость в окрестности корня решения даже при грубом первом приближении. Достоверность принятого в работе подхода к нахождению собственных частот показано на примере задачи о колебаниях пластины в форме прямоугольного треугольника 100 м и основанием 75м, рассмотренной И.А.Константиновым и Л.А.Розиным показано в таблице 1. Показано также, что значения частот колебаний становиться стабильными при числе узлов 60-80; дальнейшее увлечение количество узлов не приводит к существенному уточнению частот, хотя затрачивается значительное машинное время. В качестве примера рассмотрим собственные колебания цилиндрического слоя находящегося в упругой среде. Задача сводится к решения системы однородных алгебраических уравнений (2). Из условия существования решения однородных алгебраических уравнений следует определить уравнений (2) должен быть равен нулю. Частотные уравнение решается методом Мюллера, а значение левой части (1) при каждой итерации определяется методом Гаусса с выделением главного элемента

Таблица 1. Колебания пластины в форме прямоугольного треугольника

Исследователь	Количество узлов	Частота ω i (рад/сек)					
		1	2	3	4	5	6
И.А.Констан-тинов	25 36 144	29,73 29,1 1441	68,42 68,01 68,43	79,94 75,33 73,61	124,21 122,21 114,23	156,14 152,43 161,47	173,52 176,00 168,83

Л.А.Розин	144	27,53	68,45	73,67	114,4	161,47	168,63
Автор работы	144 78 45	27,45 28,56 28,67	64,88 66,75 69,39	73,87 77,79 76,17	125,37 121,72 131,8	161,41 187,8 166,4	173,41 188,22 207,11

Если считать, что $\upsilon_1=\upsilon_2$, $\rho_1=\rho_2$, $E_1=E_2$ получим результаты расчетов собственных частот колебаний цилиндрического отверстия в упругой среде . Полученные результаты совпадают с результатами, полученными в работе [1] с разницей до 10 % (N=150, v=0,20).

Литература

1.Авлиякулов Н.Н., Сафаров И.И. Современные задачи статики и динамики подземных трубопроводов. Ташкент, Фан. 2007. 306 с.

2. Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно недородных средах и конструкциях. Ташкент. Фан, 1992-250 с.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ ОПИСАТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКЕ В ШКОЛАХ: ДИАГРАММА «ЯЩИК С УСАМИ».

Исмаилов Ш., Мейлиев С.

ТГПУ имени Низами, Ташкент, Узбекистан

+998935459140

Аннотация. Ушбу мақолада статистикани ўқитишда янгича ёндашувлар қаралган.

Калит сўзлар. методика, статистика, четки қийматлар, “муйловли қути” диаграммаси.

Annotation. In this article the some new methods of teaching statistics are considered

Keywords. methods of teaching, statistics, outliers, box-and-whiskers diagram.

Грубые ошибки данных (выбросы)

Выброс (англ. outlier), промах[1] — в статистике результат измерения, выделяющийся из общей выборки.

Предположим [1], мы хотим узнать средний рост второклассников города. Опросим наугад 1000 школьников и запишем их рост. Потом сложим по¬лученные числа и разделим на 1000. Конечно, ребята называют свой рост не совсем точно, но можно надеяться, что эти случайные ошибки при усреднении компенсируют друг друга. Но вот один из школьников пошутил и сказал, что его рост равен километру. Разумеется, это значение должно быть отброшено, иначе средний рост второклассника может превысить 2 метра.

Аналогично дело обстоит и в том случае, если «пошутила» ЭВМ и аномально большое число оказалось в памяти в результате машинного сбоя или ошибки при вводе данных. Например, оператор вводит в память ЭВМ десятичные числа; скажем, температуру воды в океане, измеряемую с борта исследовательского судна. Жарко, корабль качает, вдобавок оператор ведет захватывающую беседу с приятелем... И время от времени забывает нажать на клавишу с десятичной запятой. В результате ЭВМ «запоминает» примерно следующий ряд чисел:

...25,627; 26,234; 25,824; 25003; 25,226; 24,988; 24923; 25,231;...

Ясно, что при дальнейшей обработке данных выбросы будут иметь весьма нежелательные последствия. Их необходимо заменить на истинные или близкие к истинным значения.

Для борьбы с выбросами разработаны процедуры, больщинство их которых которые мало подходят для восприятия школьниками в силу своей громоздкости.

Мы сначала рассмотрим метод, изучаемый в школьной математики зарубежных стран [2]. Идея метода состоит в выделении интервала, не содержашего выбросы.

Найдем медиану – число Q_2, которое находится в середине этого набора, если его упорядочить по возрастанию. Половина из элементов набора не меньше Q_2, а другая половина - не больше. Далее, найдем Q_1 - медиану левой половины, и Q_3 - медиану правой половины упорядоченного набора данных.

Числа Q_1 и Q_3 соответственно называются нижним и верхним квартилем.

Например, для набора данных 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, 36, 45, 55 медиана $Q_2 = \frac{15+21}{2} = 18$, нижний квартиль, является медианой набора 1, 3, 6, 10, 15 (т.е. $Q_1 =$ 6), верхний квартиль является медианой набора 21, 28, 36, 45, 55 (т.е. $Q_3 =$ 36).

Величина $IQR = Q_3 - Q_1$ называется межквартильным расстоянием (the interquartile range). Аналогично лисперсии, она характеризует распределение данных.

Принято следующее соглашение.

Все элементы набора, лежащие вне интервала

$$(Q_1 - 1,5IQR, Q_3 + 1,5IQR),$$

считаются выбросами и ими можно пренебречь.

Пример. Рассмотрим набор 0, 0, 2, 5, 8, 8, 8, 9, 9, 10, 10, 10, 11, 12, 12, 12, 14, 15, 20, 25.

Медиана $Q_2 = 10$, нижний квартиль $Q_1 =$ 8), верхний квартиль $Q_3 =$ 12, $IQR = Q_3 - Q_1 = 4$. Тогда

$$Q_1 - 1,5IQR = 2$$
$$Q_3 + 1,5IQR = 18$$

Значит, элементы 0, 0, 20 и 25 набора считаются выбросами.

Диаграмма «ящик с усами» (англ. box-and-whiskers diagram or plot, box plot) — график, использующийся в описательной статистике, компактно изображающий одномерное распределение вероятностей случайной величины, в результате измерения которой был образован набор данных [2] .

Такой вид диаграммы в удобной форме показывает медиану , нижний и верхний квартили, минимальное и максимальное значение и выбросы.

Пример. Случай без выбросов.

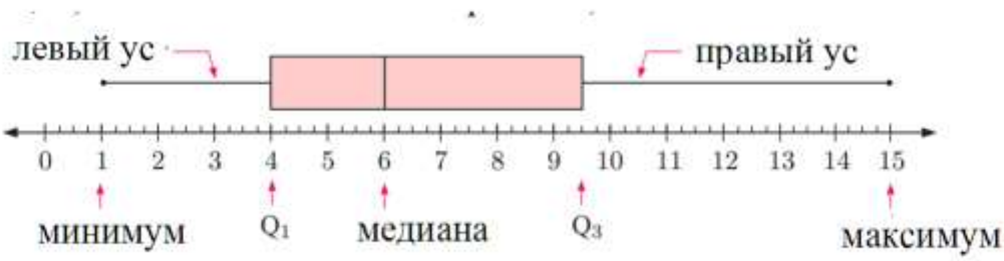
Рассмотрим набор данных 6, 4, 9, 15, 5, 13, 7, 12, 8, 10, 4, 1, 13, 1, 6, 4, 5, 2, 8, 2 и упорядочим его.

. 1 1 2 2 4 4 4 5 5 6 6 7 8 8 9 10 12 13 13 15

Медиана $Q_2 = 6$, нижний квартиль $Q_1 =$ 4, верхний квартиль $Q_3 =$ 9,5,

$IQR = Q_3 - Q_1 = 5,5$, минимальное значение равно 1, а максимальное 15.

Построим диаграмму.



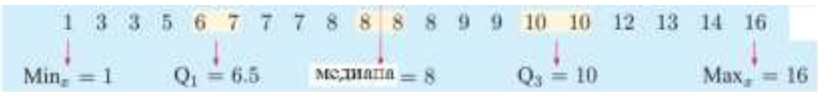
Прямоугольник представляет «среднюю» половину набора данных.

Девый ус представляет 25% данных с меньшими значениями.

Правый ус представляет 25% данных с большими значениями.

Пример. Случай с выбросами.

Рассмотрим набор данных 3, 7, 8, 8, 5, 9, 10, 12, 14, 7, 1, 3, 8, 16, 8, 6, 9, 10, 13, 7 и упорядочив его, найдем нижний и верхний квартили, минимальное и максимальное значение и выбросы.



$$IQR = Q_3 - Q_1 = 5,5 ,$$

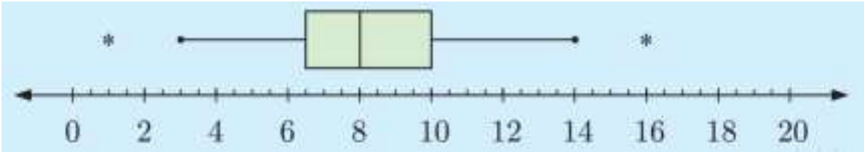
$IQR = Q_3 - Q_1 = 3,5$. Тогда

$Q_1 - 1,5IQR = 1,25$

$Q_3 + 1,5IQR = 15,25$

Значит, элементы 1 и 16 набора считаются выбросами.

Построим диаграмму.



Несколько таких ящиков можно нарисовать рядом, чтобы визуально сравнивать одно распределение с другим; их можно располагать как горизонтально, так и вертикально.

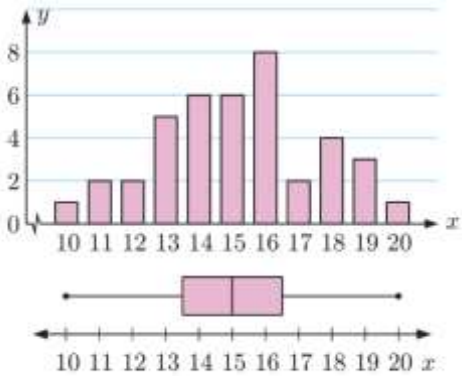
Расстояния между различными частями ящика позволяют определить степень разброса и асимметрии данных и выявить выбросы.

Возможны следующие случаи.

Случай 1.

Набор данных с симметричным распределением будет иметь

симметричную диаграмму ящик с усами. Усы диаграммы имеют одинаковую длину, а медиана находится в посередине ящика..

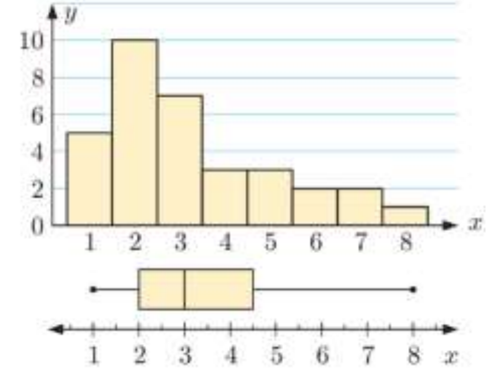


Случай 2.

Набор данных с положительной асимметрией будет иметь

перекос влево.

Правый ус длиннее левого и медиана находится левее середины ящика

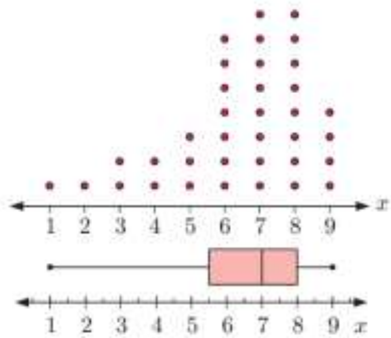


Случай 3.

Набор данных с отрицательной асимметрией будет иметь

перекос влево.

Правый ус корочелевого и медиана находится правее середины ящика



Литературы:

1. Кельберт М., Питербарг Л., Медианная фильтрация. М.: Квант, 1990, №10

2. Robert Haese and others. Mathematics for the international student. Mathematics SL third edition. Haese Mathematics 2012

MAHSULOT SIFATINI TA'MINLASHDA ME'YORIY-TEXNIK HUJJATLARNI METROLOGIK EKSPERTIZASINING AHAYIMATI

TKTI, B21-17u-MSM2 guruh talabasi Abdullayev I.S.,
к.o‘q. Ismoilov B.X., k.f.d., prof. Xamroqulov G‘.X.,

Ekspertiza (lot. Expertus - tajribali) - bu mutaxassis tomonidan ob'ektni o'rganish jarayoni bo'lib, qoida tariqasida talab bo'yicha amalga oshiriladi. Ekspertizaning har xil turlari ma'lum: sud ekspertizasi, tibbiy va ijtimoiy, standartlashtirish, texnik, metrologik va boshqalar metrologik ekspertiza (ME) ishlab chiqarish binolari va turli hujjatlar uchun o'tkaziladi

Me’yoriy va texnik hujjatlarni metrologik ekpertizasi amaldagi me’yoriy hujjatlarni me’yor, qoida va talablari asosida tartibga solinadi.

Metrologik ekspertizani asosiy masalalari quyidagilar:

- me’yoriy (texnik) hujjatlarni mazmuni, tuzilishi va bayon qilinishini o‘rnatilgan talablarga muvofiqligini o‘rnatish;

- o‘lchanayotgan parametrlar nomenklaturasi va o‘lchash aniqligi me’yorini eng maqbulini topish;
- mahsulotni aniq va samarali nazorat talablari me’yoriy parametrlariga muvofiqligini o‘rnatish, eng maqbul rejimni va texnologik jarayonlarni boshqarish, shuningdek shunga tegishli me’yoriy hujjatlar talablarini ta’minlash;
- me’yoriy parametrlar nazorati uchun o‘lchash vositalari to‘g‘ri tanlanganligi va o‘lchashlarni bajarish usuliyatini baholash;
- qo‘llaniladigan o‘lchash vositalarini qiyoslash (kalibrovka) qilish usul va vositalari bilan ta’minlanganligini baholash;
- o‘lchashlarni o‘tkazish sharoiti mehnat xavfsizligini ta’minlash va ekologik xavfsizlik talablariga muvofiqligini o‘rnatish;
- me’yoriy (texnik) hujjatlarni eksperiment ma’lumotlari (tanlashni hajmi va statistik birxilligi, eksperiment ma’lumotlarini yoyilish xususiyati va x.k.), matematik statistika me’yor va qoidalari talablariga muvofiqligini aniqlash;
- o‘lchash vositasi texnik xarakteristikasini texnik topshiiq talablariga muvofiqligini o‘rnatish;
- o‘lchash vositasini metrologik xarakteristikalarini GOST 8.009 talablariga muvofiqligini aniqlash;
- ko‘proq standartlashtirilgan o‘lchashlarni bajarish usullarini qo‘llashni o‘rnatish;
- parametrlarni nazorat qilish (konstruksiyalarni yaroqliligini nazorat qilishda) imkoniyatlarini baholash;
- fizik konstantlar, moddalar va materiallar xususiyatlari to‘g‘risidagi ma’lumotlarni o‘rnatilishi va qo‘llanilishini ishonchliligi va to‘g‘rilishini aniqlash.

Metrologik ekspertiza bo‘yicha tashkiliy rahbarlikni «Texnik jixatdan tartibga solish» agentligi, ilmiy-uslubiy rahbarlik esa Standartlar instituti tomonidan amalga oshiriladi.

Me’yoriy-texnik hujjatlarning metrologik ekspertizasi mahsulot hayotining barcha bosqichlarida sifatni ta'minlashda yetakchi rol o'ynaydi. O'z vaqtida va sifatli metrologik ekspertiza metrologik xatolarni aniqlash va yo'q qilish, mahsulotlarni ishlab chiqarish va ishlab chiqarish uchun metrologik ta‘minlashlarni (MT) buzgan holda yechimlarning ishlab chiqilgan texnik hujjatlariga kirib borishiga to'siq qo'yishga imkon beradi. ME o'tkazishning yuqori sifati o’lchash parametrlariga oid texnik yechimlarni tahlil qilish va baholash usullarini, o’lchashlarning aniqligiga talablarni belgilash, usullar va o’lchash vositalarini tanlashni ularning metrologik xizmati biladigan mutaxassis metrologlarni tayyorlashni talab qiladi.

O’lchashlarning bir xilligini ta'minlash uchun metrologik ekspertizaning ahamiyati uzoq vaqtdan beri metrologik amaliyot tomonidan ishonchli isbotlangan. MEni amalga oshirish uchun metrologiyaning nazariy, amaliy va qonunchilik qismlari haqida ma'lumotga ega bo'lish kerak.

Davlat nazorati organlarining standartlar va o'lchov vositalarini tekshirish materiallari shuni ko'rsatadiki, standartlar va tashkilot standartlari (Ts) talablarining 60% dan ortiq buzilishi, qoniqarsiz sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish metrologik normalar va qoidalarga rioya qilmaslik tufayli sodir bo'ladi. Shu bilan birga, metrologik talablarning buzilishining sezilarli qismi me'yoriy-texnik hujjatlarda, ya'ni ular mahsulot ishlab chiqarishda joriy etiladi. Metrologik nomuvofiqliklar (xatolar) ning eng katta qiymati texnik spetsifikatsiyalar va loyihalarni loyihalashtirish bosqichlariga to'g'ri keladi.

Me’yoriy-texnik hujjatlarning metrologik ekspertizasi texnik hujjatlarni ishlab chiqish va mahsulot ishlab chiqarishni metrologik ta'minlashni takomillashtirishga, o’lchashlar samaradorligini oshirishga, o’lchashlarning bir xilligi va talab qilinadigan aniqligini ta'minlashga yordam beradi.

Me'yoriy-texnik hujjatlarning muhim muammolari malakali mutaxassis metrologlarning yetishmasligi bilan bog'liq. "Metrologiya, standartlashtirish va maxsulot sifati menejmenti" ixtisosligi bo'yicha oliy ta‘lim muassalarini tugatgan, korxonaga kelgan bitiruvchilar nazariy bilimga ega, ammo ME o'tkazish bo'yicha yetarli darajada amaliy malakaga ega emas. Loyihalash va texnologik hujjatlarda texnik yechimlarni tahlil qilish uchun ishlab chiqarishda metrolog tajribasiga ega bo'lgan chuqur texnik va amaliy bilimlar talab qilinadi. Mutaxassis metrolog metrologiya, ishlab chiqarish ob'ektlari uchun me'yoriy hujjatlar, loyihalash va texnologik hujjatlar tizimlari, mahsulotlarni ishlab chiqarish va ishlab chiqarish uchun maxsus talablarni o'z ichiga olgan hujjatlarni yaxshi bilishi va o'lchov vositalari bilan amaliy tajribaga ega bo'lishi kerak.

Metrologik ekspertiza, ishlab chiqarish bo'limining muhim tarkibiy qismi bo'lib, yosh mutaxassis amaliy metrologiyani o'zlashtirishi kerak bo'lgan dastlabki bosqich emas. Yosh metrologlar uchun dastlabki bosqich - bu, oxir-oqibat, o’lchash vositalari bilan ishlash tajribasini egallash, har xil o’lchash turlarining xususiyatlarini o'rganish, kalibrlash va o'lchash vositalarini tekshirish (SI). Shundan keyingina ular ME texnik hujjatlarining barcha nozik jihatlarini o'rganishlari mumkin bo'ladi. Shuni esdan chiqarmaslik kerakki, ME xulosalari to'g'riligi va ob'ektivligi uchun ekspert javob beradi. Shuning uchun yaxshi mutaxassis-metrologni korxonaga yangi kelgan institut bitiruvchisidan emas, balki SI tekshiruvchisi mutaxassisligini allaqachon o'zlashtirgan kishidan "Yuksaltirish" maqsadga muvofiqroq deb hisoblashadi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Ismatullayev P.R. va boshqalar. “Metrologiya asoslari”. O‘quv qo‘llanma. Toshkent, «Fan va texnologiya», 2012. -250 b.

2. Abduvaliyev A.A. Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish. Darslik. Toshkent. Sharq., 2018.

Internet saytlari

3. http://www.google.ru

4. http://www.Standart.uz

5. http://www.Lex.uz/

НАЗАРИЯ ВА АМАЛИЁТ УЙҒУНЛИГИДА ЯНГИ АВЛОД ЎҚУВ АДАБИЁТИНИ ЯРАТИШ МЕТОДИКАСИ

Каримов Б.Т.

Тошкент кимё-технология институти мустақил тадқиқотчиси (94) 622 31 64

Таълим-тарбия жараёнларига янги авлод ДТС ва ўқитишнинг кредит-модул тизими кириб келиши муносабати билан ўқув юкламалари ҳажми тегишлича қисқариб, талабаларнинг мустақил шуғулланишлари учун ажратилаётган соатлар миқдори ортиб бормоқда. Лекин бу билан таълимнинг мақсад ва вазифалари ўзгармай қолиб, техник мутахассислар тайёрлаш даражасига қўйиладиган талаблар замон талабига мос равишда кенгаймоқда ва кучаймоқда, вақт оралиғи кескинлашмоқда, натижада ўқитиш самарадорлигини ошириш учун сифат жиҳатидан янги ёндашувларга эҳтиёж сезилмоқда.

Табиийки, илмий-педагогик асосга эга бўлган бундай муаммоларни ижобий ҳал этишда аввало, касбий таълимининг энг муҳим вазифасини амалга оширишни таъминловчи, талабаларнинг мустақил тайёргарлигини оптималлаштириш, самарадорлигини оширишга имкон яратувчи, мустақил фикрлашга, тақдим этилган материални самарали ўзлаштиришга, таҳлил қилишга ва техник жиҳатдан компетентли қарорлар қабул қилишга ўргатувчи назария ва амалиёт уйғунлигида компетенциявий ёндошув асосида янги авлод ўқув адабиётларини яратиш методикасини ишлаб чиқиш долзарблигини касб этмоқда.

Таълимда иккита жиҳат ажралиб туради: “Нимани ўргатиш керак?” ва “Қандай қилиб ўргатиш керак?” “Нимани ўргатиш керак?” деган саволга жавоб, бутун бир таълим мазмуни ва хусусан маълум мутахассисликка йўналтирилган ўқув адабиёти мазмуни деганда нимани назарда тутаётганимиздир. “Қандай қилиб ўргатиш керак?” деган саволга жавоб, ўқув адабиётида таълим мазмунини ёритилиш методикаси деганда нимани тушунишимиздир.

Таълим жараёнида назария ва амалиёт уйғунлигининг мақсад ва вазифаси назарий билимларни чуқур ўзлаштирилиши ва амалий кўникма ва малакалар шакилланишини такомиллаштиришдир [1; 17-21-б].

Ҳисоблашларда назария ва амалиётдаги формулаларни уйғунлигини таъминлаш асносида, чалғшлар ва иккиланишларни бартараф этиб, ягона йўналишга эга бўлиш мумкин [2; 18-24-б].

Техник топшириқни ечиш жараёнида машиналарни ҳисоблаш-лойиҳалаш натижаларининг мукаммаллиги ва илмий асосланганлиги умумтаълим ва умумтехник фанларнинг назарий ва амалий таркибий қисмлари орасидаги ўзаро уйғунлик таъминланишида намоён бўлади [3; 1450-1455-б].

Ҳозирги кунда педагогик адабиётларда “тамойил” атамаси қандайдир назария, таълим, дунёқараш, назарий дастурнинг асосий дастлабки холати сифатида талқин қилинмоқда [4, 595-б].

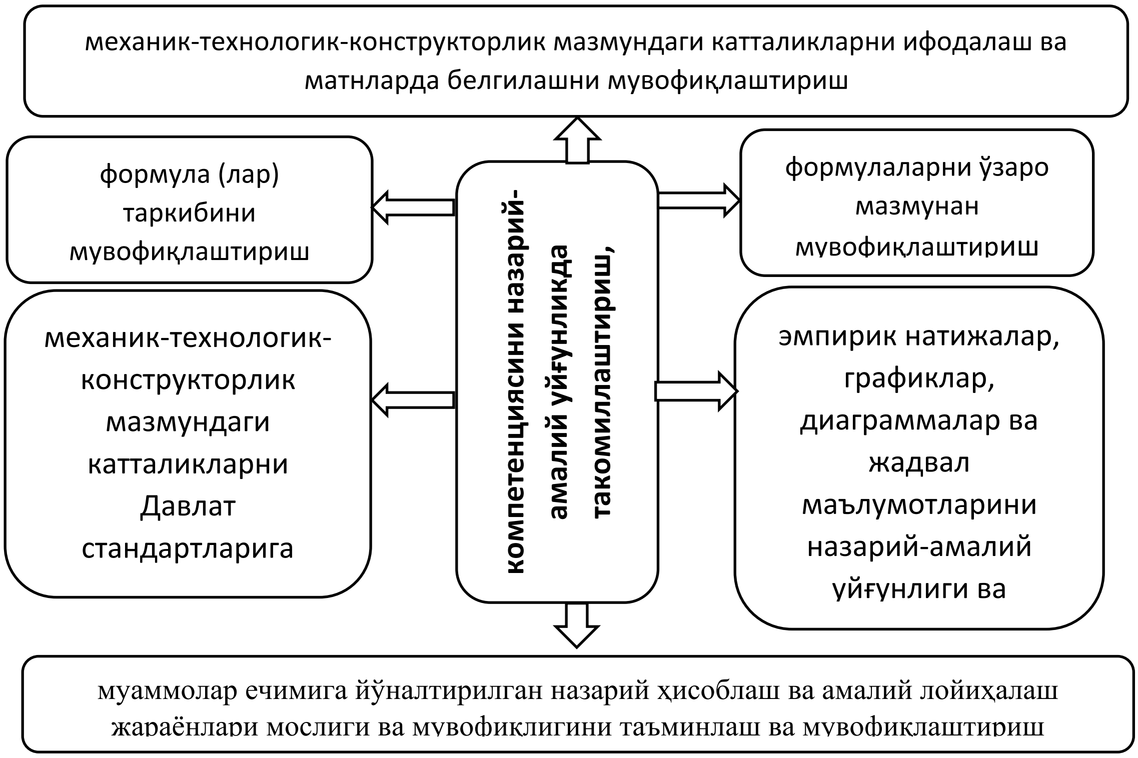
Тамойиллар таълимни илмий таҳлил қилиш асосида туғилади, ўқув жараёнининг дидактика томонидан ўрнатилган қонунларидан келиб чиқади. Улар ўқув жараёнининг умумий мақсадлари ва объектив қонунларига мувофиқ, ўқув ишларнинг мазмуни, ташкилий шакллари ва усулларини белгилайди [5, 64-б].

Тамойиллар ишлаб чиқишга нафақат педагогик, балки ижтимоий, фалсафий, мантиқий, психологик ва бошқа қонуниятлар ҳам таъсир этади. Улар таълим ва тарбия мақсадлари, муҳит шароитлари, фаннинг ривожланиш даражаси, жамият томонидан ўзлаштирилган таълим воситалари ва усуллари тавсифи, таълим амалиёти ва тажрибасидан келиб чиқади.

“Ўзаро алоқада бўлган хар нима, худди шу алоқа билан ўқитилиши керак” [6; 287-б]

Шунга асосан “Конструкторлик компетенциясини назарий-амалий уйғунликда такомиллаштириш тамойили ишлаб чиқилган. У қуйидагича кўринишга эга (1-шакл).

Ушбу тамойил муҳандислик амалиётида назарий-амалий уйғунликда талабалар конструкторлик компетенцияси аломатларини босқичма-босқич шакллантириш ва ривожлантиришга йўналтирилган, “Техник механика” ва “Машина деталлари” фанлари мисолида илмий-педагогик нуқтаи назардан асосланган ҳамда таркибий тузилмаси мазмун-моҳиятан таълимда кафолатли натижага қаратилган 6 та компонентни ўзида



1-шакл. Техника таълим йўналишларида “Конструкторлик компетенциясини назарий-амалий уйғунликда такомиллаштириш” тамойилининг мантиқий-таркибий тузилмаси (муаллиф ишланмаси)

мужассамлаштирган бўлиб, асосан амалий лойиҳалаш-ҳисоблаш жараёнларидаги мавжуд фикр-мулоҳазалар чалғиши, турли жадвал, диаграмма маълумотлари ва эмпирик боғланишлардан фойдаланишдаги иккиланиш ва тушунмовчиликлар ҳамда методологик номукаммаллик уйғотувчи муаммоларни бартараф этишга хизмат қилади. Натижада назарий ва амалий адабиётларда амалий формулалар келтирилиши, давлат стандартлари, эмпирик график ва жадваллар, механик узатмаларни лойиҳалаш методикасининг айнан келтирилиши таъминланиши натижасида ўқув жараёнида талабаларда юзага келадиган тушинмовчилик, иккиланиш ва чалғишлар бартараф этилиши, таълим мазмунининг янада тушинарли бўлишини таъминлайди.

Назария ва амалиёт уйғунлиги, конструкторлик компетенцияларини такомиллаштириш тамойили сифатида кўтарилмоқда. Бу тамойил, “назария ва амалиёт бирлиги” принципига нисбатан кўпроқ хусусий ва фақат техник таълимни амалга оширишга таълуқлидир.

Назария ва амалиёт уйғунлиги техник тайёргарлик амалиётида талабалар конструкторлик компетенцияси компонентларини босқичма-босқич шакллантириш ва ривожлантиришга йўналтирилган,

Бизнинг фикримизча техник тайёргарликда, хусусан, конструкторлик компетенцияларини ривожлантиришда назария ва амалиёт уйғунлиги қуйидагича қўлланилиши мақсадга мувофиқ:

1) ўқув жараёнида юзага келадиган аниқ муаммоларни ҳал этадиган дидактик шарт сифатида; 2) талабалар томонидан бажарилган техник лойиҳа даражаси ошишини таъминловчи дидактик шарт сифатида;

3) техник тайёргарликнинг конструкторлик йўналишини, хусусан, конструкторлик компетенцияларини ривожлантирувчи дидактик шарт сифатида.

Назарий ва амалий ҳаракатлар ўртасидаги тўғри боғлиқликни бузилишига олиб келадиган хатолар ва қийинчиликларнинг барча турлари таълим бериш методикасининг номукаммаллиги билан боғлиқ ” [7; 179-б].

Шунинг учун юқоридаги фикрларга таянган ҳолда таълим сифати ва самарадорлигини ошириш мақсадида “Назария ва амалиёт уйғунлигида янги авлод ўқув адабиётини яратиш” методикаси ишлаб чиқилган (2-шакл).

2-шакл. “Назария ва амалиёт уйғунлигидаги янги авлод ўқув адабиётини яратиш” методикасининг мантиқий-таркибий тузилмаси (муаллиф ишланмаси)

ХУЛОСАЛАР

1. Назария ва амалиёт уйғунлиги таъминланиши амалий лойиҳалаш-ҳисоблаш жараёнларидаги мавжуд фикр-мулоҳазалар чалғиши, турли жадвал, диаграмма маълумотлари ва эмпирик боғланишлардан фойдаланишдаги иккиланиш ва тушунмовчиликлар ҳамда методологик номукаммаллик уйғотувчи муаммоларни бартараф этишга хизмат қилади. Натижада назарий ва амалий адабиётларда амалий формулалар келтирилиши, давлат стандартлари, эмпирик график ва жадваллар, механик узатмаларни лойиҳалаш методикасининг айнан келтирилиши таъминланади, ўқув жараёнида талабаларда юзага келадиган тушинмовчилик, иккиланиш ва чалғишлар бартараф этилади, таълим мазмунининг янада тушинарлиги ортади.

2. Юқоридаги мулоҳазалардан келиб чиқиб, назария ва амалиёт уйғунлигини ўқув жараёнида юзага келадиган аниқ муаммоларни ҳал этадиган дидактик шарт сифатида, техник таълимда иккилантирувчи ва чалғитувчи омилларни бартараф этиб, лойиҳалашга вақт ва меҳнат сарфини камайтиради, зарурий билим, кўникма ва малакалар шакилланиши ва компетенциялар ривожланиши сифат ва самарадорлигини оширади, техник тайёргарликни такомиллаштириш имконини беради, илмий билимларга қизиқишни орттиради.

3. Назария ва амалиёт уйғунлигидан талабалар томонидан бажарилган техник лойиҳа даражаси ошишини таъминловчи дидактик шарт сифатида, курс лойиҳаси бажарилишидаги чалғишлар, иккиланишлар ва методик муаммолар бартараф этиб, ягона йўналишни белгилаб беради, натижада курс лойиҳаси сифатли бажарилиб, мукаммаллиги ортади.

4. Назария ва амалиёт уйғунлиги техник тайёргарликнинг конструкторлик йўналишини, хусусан, конструкторлик компетенцияларини ривожлантирувчи дидактик шарт сифатида лойиҳалаш босқичлари ва методикасини чуқур ўзлаштириш, хамда йиғма ва ишчи чизмаларни конструкторлик хужжатларининг ягона тизими асосида сифатли ишлаб чиқишда намоён бўлади.

5. Назария ва амалиёт уйғунлигидаги янги авлод ўқув адабиётини яратиш” методикасининг ишлаб чиқилиш касбий таълимининг энг муҳим вазифасини амалга оширишни таъминловчи, талабаларнинг мустақил тайёргарлигини оптималлаштириш, самарадорлигини оширишга имкон яратувчи, мустақил фикрлашга, тақдим этилган материални самарали ўзлаштиришга, таҳлил қилишга ва техник жиҳатдан компетентли қарорлар қабул қилишга олиб келади.

АДАБИЁТЛАР

1. Каримов Б.Т. Курс лойиҳаси таълим жараёнида кўникма ва малакалар шакллантирувчи омил сифатида. Kasb-hunar ta`limi журнали 2020 й., №4 17-21 б.

2. Каримов Б.Т. Назария ва амалиёт уйғунлигининг конструкторлик кўникма ва малакалар шакллантиришдаги дидактик имкониятлари. “Замонавий таълим“ илмий-амалий оммабоп журнали 2020 й. №3(88) 18-24б.

3. Karimov B.T. “Problems of congruence of theory and practice in engineering design” International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 11s, (2020), pp. 1450-1455.

4. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка / Российская академия наук. Институт русского языка им. В.В. Виноградова / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. − 4-е изд., допол. − М.: Азбуковник, 1997. − 944 с.

5. Егоров В.В., Скибицкий Э.Г., Храпченков В.Г. Педагогика высшей школы: Учебное пособие. – Новосибирск: САФБД, 2008. − 260 с

6. Коменский Я.А. Избранные педагогические сочинения. Учпедгиз, Москва, 1955 г. 651с. стр. 287

7. Кудрявцев Т.В. Психология технического мышления // Процесс способы решения технических задач. –М., “Педагогика”, 1975. -304 с.

ТОПИНАМБУР ЭКИНИ ВА УНИНГ ФОЙДАЛАНИШ СОХАЛАРИ

Кимё фанлари доктори , профессор: Рахимов Д.А.

ТКТИ асс: Очилова С.О,

Магистрант: Р.Р. Абдумаликов.

Тошкент кимё – технология институти.

Дунёда ер остидан олинадиган органик хомашё камайиши сабабли , ўрнига хар йил қайта тикланадиган юқори гулли ўсимликлардан фойдаланиш катта ахамятга эга. Бу жихатдан пахта чиқиндилари , маккажўхори сўтаси , гуруч ва гречка пояси , крахмал патока чиқиндилари ва бошқа хомашёлар ахамяти катта. Шундай хомашё ресурсларидан бири кўп йиллик ўт ўсимлик топинамбур хисобланади (Helianthus tuberosus L) . Ушбу мақолада топинамбур экини ва ундан фойдаланиш бўйича адабиётлар шархи тахлил қилинган. Топинамбур XVII асрда Европага , XIX аср ўрталарида Россияга ва XX аср бошларида Ўрта Осиё ва Хитойга келтирилган .Ўрта Осиёга жумладан Ўзбекистонга топинамбур Россия , Хитой ва Қозогистон орқали кириб келган , хамда Ўзбекистонда Иванов Н.М. биринчи бор илмий – тадқиқот шулаларини олиб борган[1]. Маьлумотларга кура хозиргача дунё бўйича топинамбур ни 300 дан ортиқ навлври яаратилган [2]. Топинамбур кўп йиллик ўтсимон ўсимлик бўлиб , Шимолий Америкада у табиий шароитда учрайди. Ўсимликни асосий махсулоти ер устки поя , барглари ва ерости қисми хисобланади. Топинамбур ташқи куриниши бўйича кунгабоқарга ўхшайди.

Уни ер устки кисмидан сифатли кишлок хужалик хайвонлари учун ем тайёрлаш мумкин. Уни хул ва курук холда хамда силос холда ем сифатида ишлатиш мумкин. Топинамбурни ер устки кисми юкори фотосинтетик активликка эга булгани учун саноат корхоналари атрофларида экиб атмосферадаги зарарли хавони тозалаш мумкин. Техноген ифлосланган тупрок шароитларида топинамбур нитратларни огир металларни радионукмидларни бошка усимликларга нисбатан кам саклайди[3].

Топинамбур усимлигини халк хужалигида фойдаланишда:уни таркибидаги кимёвий ва биологик фаол моддаларнинг хамма хиллиги сифат курсаткичларнинг юкори даражалиги оркали амалга оширилади. Топилпмбурни ер устки кисмида 20-25 % гача курук модда туганагида углеводлар оксиллар витаминлар (B1, B2,C) ва микроэлементлар (калий, кальций, натрий, хлор, магний, олтингугурт) ва бошкалар. Углеводларни асоси инулин ташкил этади[4]. Топинамбур туганаги купчилик мамлакатларда сабзавот сифатида савдо тармокларида истемолчиларга сотилади. Украина давлат унверситетини озик-овкат технологиялари кафедрасида топинамбур туганагидан янги ассортиментдаги даволаш профилактик максадлар учун пюре , шарбат, концентрат ва парашоклар тайёрланган. Австралия миллий унверситетида топинамбур туганагидан олинган бета инсулин шиш ва инфекцион касалликларни даволашда фойдалидир.

Топинамбур туганаги таркибидаги инулин купчилик мамлакатларда кандли диабет кассалигини профилактикаси ва тузатишда фойдаланилади. Уни таркибидаги инулин биокатализатор оркали фруктозага утиб, касаллар конида шакарни микдорини камайтириди. Топинамбур инулин сакловчи усимликлар орсида юкори погонани эгаллайди.

Топинамбур асосида олинган дори воситалари, иммуностимуляторлик, антитоксид, антистрессорлик, адаптогенлик ва антиоксидантлик хоссаларини намоён килади. Фрацияда топинамбурни вино ва пива махсулотларини тайёрлашда фойдаланиш мумкинлиги курсатилган.

Топинамбур парфюмерия саноатида, профилактик максадлар учун кремлар, паста, лаб помадаси, шампун, ванналар учун гранулалар, кимё саноатида энергетик спирт, ёкиш учун брикетлар, пластификаторлар, органикэритувчилар, ацетон, каучук ва бошка моддаларни олиш мумкин.

Ер устки кисмидан биогаз, целлюлоза олиб, ундан халк хужалигида фойдаланиш мумкин. Хозирги вактда бирканча мамлакатларда жумладан (Франция, Германия, Бразилия, АКШ, Канада, Жанубий Корея, Мали) ва бошка давлвтларда топинамбурдан олинган спиртни мотор ёкилгиси сифатида фойдаланилмокда.

Топинамбур биоэнергетик ўсимлик бўлиб , уни озиқ – овқат , доривор ва техник мақсадларда фойдаланиш мумкин.

Адабий шархларни кўрсатишича , жахонда бу туганак мевадан қандли диабет касалликларини профилактикаси учун шарбат , кукун моддалари орқали турли гален дори воситалари тайёрланган. Россияда долголет , Туркияда топинамбур шарбатини концентрати ва бошқалар.

Фойдаланилган адабиётлар:

1.Иванов Н.М. “О земляной груше или топинамбуре. Туркестанское сельское хозяйство” Ташкент ,   1907 г.

2.Мавлянова Р.Ф. Культура топинамбура и ее потенциал для использования. Ўзбекистонда яратилган топинамбур индустриясининг салохияти: корпорптив инновацион хамкорлик натижалари ва истиқболлари. Мавзусидаги илмий мақолалар тўплами-Т.2013, 21-31 бет

3.Тодерич К , Бекмирзаева И. Возделивание топинамбура на за солленних почвах Аралского бассейна. Ўзбекистонда яратилган топинамбур индустрияасининг салохияти: Корпоратив инновацион Хамкорлик Натижалари ва истиқболлари. Т , 2013, 57-66 бет.

4.Пасько Н.М. Топинамбур – кормовое, техническое и пишевое растение. Охрана природы Адыген. Вып.3.1987. с.72-75.

КВАЗИСТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ДЕФОРМИРОВАННЫЕ СОСТОЯНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

[1]Нуриддинов Б.З., [2]Мустафоев Н.С., [2]Юлдашева О.О.

1.Ташкентский химико– технологический институт.

2. Бухарский инженерно-технологический институт

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы квазистатического напряженно – деформированного состояния цилиндрической оболочки. Задача об осесимметрическом изгибе оболочки с жесткими днищами с помощью принципа возможных перемещений сведена к интегральному уравнению. Построено приближенное решение указанного уравнения.

Ключевые слова: цилиндр, напряженно – деформированное состояние, квазистатическое уравнение, осесимметрическое тело, толстостенная оболочка

Квазистатические и динамические деформированные состояния цилиндрических оболочек. С ростом скоростей, давлений, температур и других факторов, влияющих на прочность, надежность конструкций новой техники, особо важной задачей становятся разработка точных или достаточно точных методов решения задач деформирования [1,2]. Все это требует создания надежных методов расчета при различных видах нагрузок. Для описания процесса деформирования вязкоупругих материалов применяется наследственная теория Больцмана- Вольтера [3]. Задача об осесимметрическом изгибе вязкоупругой оболочки с жесткими днищами с помощью принципа возможных перемещений сведена к интегральному уравнению Вольтера с сингулярным не разносным ядром. Построено преображённое решение указанного уравнения, оценена погрешность приближенного решения.

Рассматривается вязкоупругая цилиндрическая оболочка с жесткими днищами, находящаяся под действием равномерно распределенного внутреннего давления q. Перемещения и деформации средной поверхности связаны соотнощениями [4]:

$$\varepsilon = \frac{\partial u}{\partial x} + \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2, \varepsilon_{xy} = 0, \quad (1)$$

деформации и напряжения срединой поверхности

$$\sigma_x = \frac{E_0}{1-\nu^2}\left[\varepsilon_x(t) - \nu\varepsilon_y(t) - \int_0^t R_e\,(t-\tau)\left(\varepsilon_x(\tau) - \nu\varepsilon_y(\tau)\right)d\tau\right],$$

$$\sigma_y = \frac{E_0}{1-\nu^2}\left[\varepsilon_y(t) - \nu\varepsilon_x(t) - \int_0^t R_e\,(t-\tau)(\varepsilon_y(\tau) - \nu\varepsilon_x(\tau))d\tau\right], \quad (2)$$

кривизны срединной поверхности и изгибающие моменты

$$M_x = D_0\left[\chi_x(t) - \int_0^t R_e\,(t-\tau)\chi_x(\tau)d\tau\right], M_y = 0. \quad (3)$$

Здесь u, w–перемещения точек срединной поверхности в направлениях образующей и нормали к срединной поверхности; r-радиус оболочки; x,y-координаты, введенные на срединной поверхности вдоль образующей и направляющей, $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_{xy}$ - деформации срединной поверхности, σ_x, σ_y- цепные напряжения, $\chi_x = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$ -кривизны образующей срединной поверхности, M_x, M_y- изгибающие моменты; -коэффициент Пуассона, который принимается постоянным; E_0-мгновенный модуль упругости; $D_0 = \frac{E_0 h^3}{12(1-\nu^2)}$ -мгновенная цилиндрическая жесткость; h-толщина оболочки; $R_e(t-\tau)$ -ядро релаксации. Напряженно-деформированное состояние оболочки должно удовлетворять принципу возможных перемещений, согласно которому работа всех внешних и внутренних сил на возможном перемещении срединной поверхности равна нулю:

$$\delta A_p + \delta A_{p0} + \delta A_{m0} + \delta A_m + \delta A_\sigma = 0. \tag{4}$$

Здесь δA_p–работа заданной поверхностной нагрузки, δA_{p0}- работа напряжений, приложенных к торцам оболочки, δA_{m0}- работа изгибающих моментов, приложенных к торцам оболочки, δA_m-работа изгибающих моментов в срединной поверхности, δA_σ-работа цепных напряжений [5]

$$\delta A_p = -2\pi r \int_{-L/2}^{L/2} q(x)\delta w(x)\, dx,$$

$$\delta A_{p0} = 2\pi r h[\sigma_x(L/2)\delta u(L/2) - \sigma_x(-L/2)\delta u(-L/2)], \tag{5}$$

$$\delta A_{m0} = 2\pi r[M_x(-L/2)\delta\chi_x(-L/2) - M_x(l/2)\delta\chi_x(L/2)]$$

$$\delta A_m = 2\pi r \int_{-l/2}^{l/2} M_x \delta\chi_x dx, \delta A_\sigma = -2\pi r h \int_{-L/2}^{L/2} (\sigma_x \delta\varepsilon_x + \sigma_y \delta\varepsilon_y)\, dx$$

где L–длина оболочки. При заданных давлениях и граничных условиях на направлениях $x = \pm\frac{L}{2}$ нужно найти перемещения срединной поверхности, удовлетворяющие геометрическим условиям и вариационному уравнению (4).

Примем граничные условия, соответствующие свободному опиранию абсолютно жестким днищам при $x = L/2$:

$$w = 0; \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \sigma_x = \frac{r}{2h} q. \tag{6}$$

Первое из этих условий является геометрическим, остальные два- статические.

Приближенное решение задача ищется в виде

$$u(x,t) = u_1(t)x + u_2(t)\sin\frac{2\pi}{L}x, w(x,t) = W_1(t)\cos\frac{\pi}{L}x, \tag{7}$$

где $u_1(t), u_2(t), W_1(t)$–подлежащие определению функции времени.

Возможные перемещения системы в произвольный момент времени

$$\delta u(x,t) = \delta u_1(t)x + \delta u_2(t)\sin\frac{2\pi}{L}x, \delta w(x,t) = \delta W_1(t)\cos\frac{\pi}{L}x, \tag{8}$$

где вариации $\delta u_1, \delta u_2, \delta W_1$–независимы. Подстановка (7), (8) в (5) и далее в (4) приводит к вариационному уравнению относительно функций времени u_1, u_2, w_1.

Приравняв коэффициенты при независимых вариациях $\delta u_1, \delta u_2, \delta w_1$, получим систему трех интегральных уравнений относительно искомых функций u_1, u_2, w_1. Исключив из этой системы u_1, u_2, получим, опуская выкладки, интегральное уравнение:

$$w_1(t) - \xi(t)\int_0^t R\,(t-\tau)w_1(\tau)d\tau = f(t), \tag{9}$$

Где $\xi(t) = (\frac{\pi^4 h^2}{12L^3} + \frac{9\pi^2 - 88\nu^2}{9\pi^2}\frac{L}{r^2}) / \left(\frac{\pi^2 r(1-\nu^2)}{2Lh}\frac{q(t)}{E} + \frac{\pi^4 h^2}{12L^2} + \frac{9\pi^2-88\nu^2}{9\pi^2}\frac{L}{r^2}\right)$,

$$f(t) = (\frac{4(1-\nu^2)}{\pi}\frac{L}{h})q(t) / \left(\frac{\pi^2 r(1-\nu^2)}{2Lh}\frac{q(t)}{E} + \frac{\pi^4 h^2}{12L^2} + \frac{9\pi^2 - 88\nu^2}{9\pi^2}\frac{L}{r^2}\right)E.$$

Приближенное решение уравнения (9) в интервале $0 \le t \le 1$ предлагается искать в виде ломанной

$$w(t) = \sum_{n=1}^{N} A_n(t-t_n)\,V(t-t_n), t_{n-1}\langle t_n\ , \tag{10}$$

где $V(t-t_n)$–единичная функция Хэвисайда, A_n- искомые константы,t_n - внутренние точки интервала.

После подстановки (10) в (9) получим приближенные равенство

$$\sum_{n=1}^{N} A_n\,\Psi_n(t) \approx f(t), \tag{11}$$

где $$\Psi_n(t) = \left[(t-t_n) - \xi(t)\int_{t_k}^t R(t-\tau)\tau d\tau\right]V(t-t_n).$$

Для определения коэффициентов A_k потребуем точного выполнения равенства (11) в N точных t_n, каждая из которых находится внутри или на границах подинтервала $[t_n, t_{n+1}]$. Указанное требование приводит к алгебраической системе относительно A_n:

$$\sum_{n=1}^{N} A_n\,\Psi_n(\bar{t}_i) \approx f(\bar{t}_i), i = 1,2,\ldots\ldots N. \tag{12}$$

Система (12) имеет треугольную матрицу, так как согласно (11) $\Psi_k(\bar{t}_k) = 0$ при $n\rangle i$.

Погрешность приближенного решения (10) оценивается формулой

$$\left|w_1(t) - \widetilde{w}(t)\right| = D\left[1 + \int_0^t K(\tau)d\tau\right],\ D = \sup_{0\le t\le 1}\left|f(t) - \sum_{n=1}^{N} A_n \Psi_n(t)\right|,$$

где $K(\tau)$ - резольвента ядра $\sup\limits_{0\le t\le 1}\left|\xi(t)\right| R(t-\tau)$.

Приводим численный пример:

$$h = 1, r = 10, L = 10, \nu = 0.5, E = 10^5,$$
$$A = 0.0536, \beta = 0.05, \alpha = 0.1, q = 100t.$$

При вычислении функции были использованы ядра релаксации [4]

$$R(t-\tau) = \frac{Ae^{-\beta(t-\tau)}}{(t-\tau)^{1-\alpha}}. \tag{13}$$

Приближенное решение (10) получено для $N = 3$.

Погрешность приближенного решения не превышает 4 % от его максимального значения. При вычислении функции были использованы таблицы [5] $R(t) = Ae^{\alpha-1}\, exp(-\beta t)$, их резольвент и интегралов. При этом учитывалось тождество

$$\int_0^t R(t-\tau)\,\tau d\tau = \int_{t_k}^t \frac{Ae^{-\beta(t-\tau)}}{(t-\tau)^{\alpha-1}} d\tau = t\int_0^t R(\tau)\,d\tau + \frac{t}{\beta}R(t) - \frac{\alpha}{\beta}\int_0^t R(\tau)\,d\tau.$$

Для описания поведения нестабильных материалов, свойства которых не подчиняются принципу температурно-временной аналогии, предлагается сингулярное не разностное ядро релаксации вида

$$R(t,\tau) = \frac{A(\tau)e^{-(f(t)-f(\tau))}}{(t-\tau)^{1-\alpha}}, f(t) = \int_0^t \beta(\tau)d\tau\,. \tag{14}$$

Ядро (14) является обобщением ядер (13) .

Литература

1.Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно недородных средах и конструкциях .-Ташкент. Фан, 1992. -250с.

2. Safarov I.I., Teshayev M.K., Boltayev Z.I., Akhmedov M.Sh. Damping Properties of Vibrations of Three-Layer VIscoelastic Plate . International Journal of Theoretical and Applied Mathematics 2017; 3(6): 191-198

3. Safarov I.I., Boltayev Z.I., Akhmedov M.Sh., 3 Buronov S.A. O distribution of own waves in elastic and viscoelastic environments and constructions. Caribbean Journal of Science and Technology. *2017, Vol.5, 065-087* ISSN 0799-3757 http://caribjscitech.com

4. Базаров М.Б. Сафаров И.И., Шокин Ю.М. Численное моделирование колебаний диссипативно–неоднородных и однородных механических систем. -Новосибирск, Сибирское отделение РАН, 1996. -189 с.

5.Сафаров И.И.,Ахмедов М.Ш., Болтаев З.И.Колебания и дифракция волн на цилиндрическом теле в вязкоупругой среде. LambertAcademicPublishing . 2016. 262p.

ДИНАМИКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ТЕЛА С ВНЕШНИМ ДЕМПФЕРОМИ

И.И. Сафаров[1], Б.З. Нуриддинов[1], Н.Б. Отажонова[2]

[1]ТашкентХТИ,

В работе рассматриваются собственные колебания цилиндрических тел с внешним трением. Показано изменение комплексных частот от параметров трения. Частотное уравнение решается численно, т.е. методом Мюллера.

Рассмотрим задачу о колебаниях бесконечного упругого цилиндра с внешним трением на границе. Замкнутая система уравнений свободных малых колебаний упругого цилиндрического тела имеет вид:

$$\mu\nabla^2\bar{u} + (\lambda+\mu)graddiv\bar{u} = \rho\frac{\partial^2\bar{u}}{\partial t^2}, \sigma_{ij} = \lambda\theta\delta_{ij} + 2\mu\varepsilon_{ij}\ , \qquad (1)$$

где $\bar{u}$ - вектор перемещений; λ, μ - коэффициенты Ламе; ρ - плотность цилиндра; σ_{ij} - тензор напряжений; ε_{ij} - тензор деформаций. На части границы r_0 заданы перемещения: $\bar{u} = 0$, а на части R- напряжения: $\sigma = \frac{\partial\bar{u}}{\partial t}$. А также заданы начальные условия: $\vec{u}|_{t=0} = 0; \ \frac{\partial\vec{u}}{\partial t}|_{t=0} = 0$.

Рассмотрим задачу в цилиндрической системе координат (r, θ, z). с краевыми условиями при $r = R$:

$$\sigma_{r\theta} = -\alpha_2\frac{\partial u_\theta}{\partial t}\sigma_{rz} = -\alpha_3\frac{\partial u_z}{\partial t}\sigma_{rr} = -\alpha_1\frac{\partial u_r}{\partial t}, \qquad (2)$$

где R– радиус цилиндра;$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ - параметры внешнего трения.

Предполагая, что координата z не влияет на процесс колебаний, получим систему уравнений, распадающуюся на две независимые задачи [1]:

$$\frac{\partial\sigma_{rz}}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\sigma_{\theta z}}{\partial\theta} + \frac{\sigma_{rz}}{r} - \rho\frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2} = f, \sigma_{rz} = \mu\left(\frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{\partial u_r}{\partial z}\right), \sigma_{\theta z} = \mu\left(\frac{\partial u_z}{\partial\theta} + \frac{\partial u_\theta}{\partial z}\right),$$

(3,а)

$$\frac{\partial\sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\sigma_{r\theta}}{\partial\theta} + \frac{\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}}{r} - \rho\frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} = f_r,$$

$$\frac{\partial\sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\sigma_{\theta\theta}}{\partial\theta} + \frac{2\sigma_{r\theta}}{r} - \rho\frac{\partial^2 u_\theta}{\partial t^2} = f_\theta, \qquad (3,б)$$

$$\sigma_{rr} = 2\mu\frac{\partial u_r}{\partial r} + \lambda\left(\frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial u_\theta}{\partial\theta} - \frac{u_r}{r}\right),$$

.

$$\sigma_{r\theta} = 2\mu\left(\frac{1}{r}\frac{\partial u_r}{\partial\theta} + \frac{\partial u_\theta}{\partial r} + \frac{u_r}{r}\right), \sigma_{\theta\theta} = 2\mu\left(\frac{1}{r}\frac{\partial u_\theta}{\partial\theta} + \frac{u_r}{r}\right) + \lambda\left(\frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial u_\theta}{\partial\theta} + \frac{u_r}{r}\right)$$

Тогда назовем краевую задачу (3, а) – антиплоской, а (3, б) – плоской или задачей о плоских колебаниях цилиндра.

Если вынуждающая сила - $f = F(r)e^{i\omega t}\cos n\Theta$, а решение уравнения (3) имеет вид

$U = u(r)e^{i\omega t}\cos n\Theta$, тогда задача о колебаниях в перемещениях примет вид:

$$\mu u'' + \frac{\mu}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \rho\omega^2 u - F = 0 \tag{4}$$

с краевыми условиями:

$$\begin{cases} u(a) = 0 \\ i\omega\alpha u\Big|_{r=R} + \frac{\partial u}{\partial t}\Big|_{r=R} = 0 \end{cases} \tag{5}$$

где ω - частота вынуждающей силы. В указанной работе для собственных функций спектральной задачи получены два соотношения обобщенной ортогональности. Для упругого тела с внешним трением они примут вид:

$$(x_k, x_e)_1 = \int_\Omega [\rho v_k v_e - \sigma_1(v_k)\ldots\varepsilon(v_e)]d\Omega, \qquad (x_k, x_e)_2 = -\int_\Omega [\rho V_k V_e + V_k(V_e)]d\Omega + \int_{r_1} V_k B V_e dr,$$

где x_k, x_e - любые два решения краевой задачи, соответствующие различным собственным значениям, Ω - область решения задачи, в нашем случае – кольцо с внутренней окружностью r=a, внешней окружностью r=R, r_1 - часть границы на которой заданы напряжения,$\sigma_1(v)$ - тензор упругих напряжений, u, v - собственные функции формы краевой задачи,

$$x_k = \begin{Bmatrix} u_k \\ V_k \end{Bmatrix} \; x_e = \begin{Bmatrix} u_e \\ V_e \end{Bmatrix}.$$

Для нашей конкретной задачи соотношения ортогональности примут вид:

$$(x_k, x_e)_1 = 2\pi\int_a^R \rho(i\omega_k u_k i\omega_e u_e)r - \mu u_k' u_e' r dr \tag{6}$$

$$(x_k, x_e)_2 = -2\pi\int_a^R \rho(i\omega_k u_k u_e + i\omega_e u_k u_e)r dr - 2\pi\alpha u_k u_e R\Big|_{r=a}^{R} \tag{7}$$

Теперь умножим скалярно уравнение (6) на ru_k, а уравнение (7) - на rV_k:

$$2\pi\int_a^R \left(\mu u'' + \frac{\mu}{r}u' - \rho i\omega u - f\right) r u_k dr = 0, \quad 2\pi\int_a (\rho V - \rho\, i\omega u) r V_k dr = 0.$$

Сложив полученные уравнения и произведя замену переменных в одном из интегралов, получим:

$$\left(ru'' + u'\right)dr = d\left(ru'\right)$$

$$2\pi\left\{\int_a^R \mu u_k d\left(ru'\right) + \int_a^R \rho V V_k r dr - i\omega \int_a^R \rho V u_k r dr - i\omega \int_a^R \rho u V_k r dr - \int_a^R f u_k r dr\right\} = 0$$

(8)

Теперь учитывая краевые условия $\mu \frac{\partial u}{\partial t}\Big|_{r=e} = -\alpha i \omega u, \; u(a) = 0$, видим, что выражение (8) можно записать в виде:

$$\sum_{i=1}^{\infty} c_i 2\pi \int_a^R \rho i\omega_i u_i i\omega_k u_k r - \mu u_i' u_k' r dr - 2\pi i\omega \sum_{i=1}^{\infty} c_i \int_a^R \rho \left(\int_a^R i\omega_i V_i u_k + u_i i\omega_k u_k\right) r dr - 2\pi\alpha u_k u_i R - \int_a^R f u_k r dr = 0$$

Вспоминая выражения для скалярных квадратов (7), (8) и учитывая, что $(x_k, x_e)_1 = 0$, $(x_k, x_e)_2 = 0$ при $\omega_k \neq \omega_e$, получим:

$$c_k (x_k, x_k)_1 + i\omega c_k (x_k, x_k)_2 - (f, u_k) = 0 \qquad , \qquad c_к = \frac{(f, u_k)}{(-\lambda_k + i\omega)(x_k, x_k)} \; .$$

Теперь зная выражение для c_k, можем найти решение рассматриваемой задачи.

Интегралы при вычислении скалярного квадрата и (f,x_k) вычислялись численным методом Симпсона. Результаты представлены на рис.1 (показаны зависимости собственных форм от частоты вынуждающей силы, единицей обозначено решение, найденное аналитическим методом, 2 –при представлении решения в виде суммы из двух слагаемых, 3-где различие заметно – решение в виде суммы четырех слагаемых), для α = 0,2; 0.9; 1.0; 10.0 , соответственно. При этом нельзя не отметить, что при очень малых (α порядка 0,2 - 0,5) и при очень больших ($\alpha = 10$) уже при четырех членах разложения погрешность составляет десятые доли процентов.

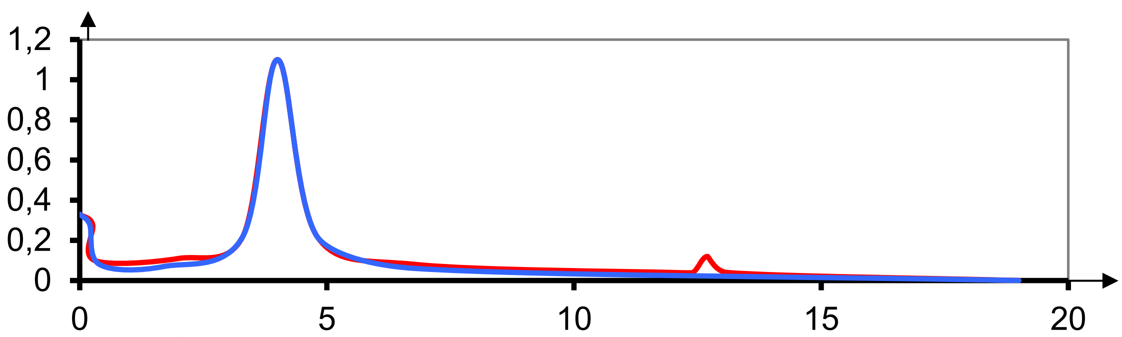


Рис. 1. Зависимости собственных форм от частоты вынуждающей силы

Литература

1.Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. СО РАН, Новосибирск, 1966, -188с.

ДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ, СВЯЗАННЫЕ С СТРУКТУРНОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ КОНСТРУКЦИЙ

Тешаев М.Х. Райимов Д.Г.,Жураев Ш.И.

[1]БухИТИ, Бухара, Узбекистан

Рассматриваются собственные колебания механических систем, состоящих из S тел ($S_к$ – жестких, S_e – вязкоупругих; $S = S_k + S_e$). Системы тел соединены друг с другом и основанием без массовыми (или массивными) вязкоупругими элементами. Вязкоупругие свойства материалов описываются интегральными соотношениями Больцмана-Вольтерра [1]. Некоторые из деформируемых элементов могут быть упругими, в этом случае ядра наследственности, описывающие реологические свойства элементов, тождественно равны нулю. Систему, в которой реологические свойства деформируемых элементов идентичны (ядра наследственности элементов равны между собой), будем называть **диссипативно однородной**, а систему с различными реологическими характеристиками деформируемых элементов – **диссипативно неоднородной** [2].

Постановка задачи и методы решения. Для системы с конечным числом степени свободы уравнения движения имеют вид

$$\sum_{k=1}^{6N}(a_{jk}\ddot{q}_k + \overline{C}_{jk}q_k) = 0, \qquad j = 1,2,3,...6N \tag{1}$$

где a_{jk} - компоненты действительной симметричной матрицы обобщенных масс; $\overline{C}_{jk} = C_{R_{jk}} + C_{I_{jk}}$ - компоненты комплексной симметричной матрицы обобщенных жесткостей; q_k- комплексные обобщенные координаты (компоненты смещений центров масс и углы поворотов жестких тел).

Решение ищется в виде $q_j = A_j \exp(-i\omega t)$, где $\omega = \omega_R + i\omega_I$ -комплексная собственная частота; A_j- комплексная собственная форма колебании. Задача сводиться к комплексной алгебраической задачи собственных значении системы уравнений вида

$$\sum_{k=1}^{6N}(a_{jk}\omega_j^2 + \overline{C}_{jk}q_k) = 0, \qquad j = 1,2,3,...6N \tag{2}$$

с нелинейно входящим комплексным параметром. Характеристическое уравнение системы (2) решается методом Мюллера, в качестве начального приближения принято решение, близкое к (2) консервативной задачи.

Рассмотрим собственные колебания системы с двумя степенями свободы. Приняты следующие значения параметров [1]; $A = 0,048;\ \beta = 0,05;\ \alpha = 0,1;\ C_1 = 1;\ M = 1,$, мгновенная жесткость c_2 варьируется в пределах $1,0 \div 5$.

Рассмотрены две механические системы. В первом варианте все элементы вязкоупругие. Результаты расчета приведены на рис. 1, *а*. Зависимость собственных частот ω_k и коэффициентом демпфирования ω_I от жесткости C_2 монотонная, причем, характер зависимости одинаков для частот и коэффициентов демпфирования.

Во втором варианте первый элемент упругий, остальные – вязкоупругие. Результаты расчета приведены на рис. 1, б. Зависимость частот колебании от C_2 монотонная, а зависимость коэффициента демпфирования от C_2 – немонотонная. Особый интерес представляет минимальное значение коэффициента демпфирования при фиксированной жесткости $\delta = \min\limits_k (-\omega_{Ik}),\quad k = 1,2$. Величина δ определяет демпфирующие свойства системы в целом. В случае однородной системы величина δ (назовем ее глобальным коэффициента демпфирования) определяется мнимой частью первой по модулю комплексной собственной частоты. Для выяснения физической природы обнаруженного эффекта запишем уравнение движения системы с n степенями свободы в нормальных координатах упругой системы. В случаи однородной системы все ядра релаксации R_{ij} одинаковы: $R_{ij} = R$, так что матрица обобщенных комплексных жесткостей представляет собой положительно определенную действительную матрицу, умноженную на комплексный скаляр: $\overline{C}_{ij} = C_{ij}[1 - \Gamma^c(\omega_R) - i\Gamma^s(\omega_R)]$. В нормальных координатах упругой задачи система (1) приобретает вид

$$\ddot{\theta}_n + \Omega_n^2 \theta_n \left(1 - \Gamma^c - i\Gamma^s\right) = \Psi_n \qquad , \qquad (3)$$

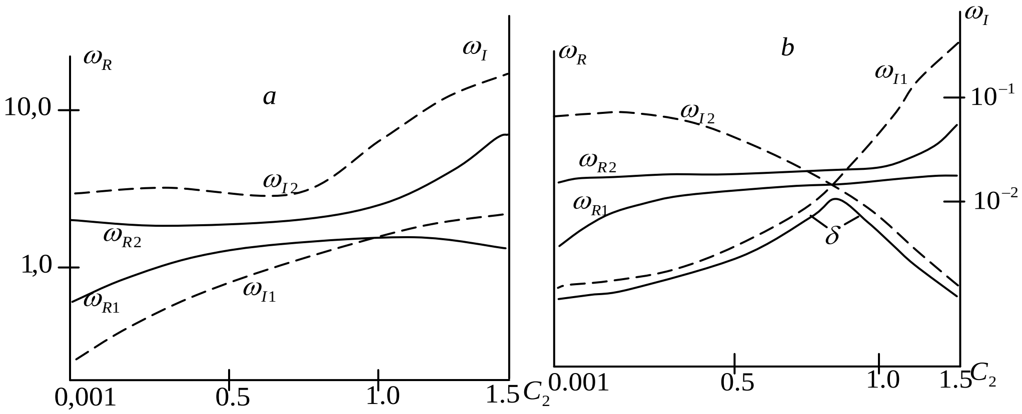
где Ω - комплексная собственная частота упругой системы; Ψ_n - обобщенная сила, соответствующая n - й нормальной координате.

Система (3) распалась на n отдельных уравнений. Это означает, что движение механической вязкоупругой системы представляет собой суперпозицию независимых нормальных колебаний, которые затухают.

Основное же свойство консервативных систем – возможность возбуждения колебания одной нормальной координаты без возбуждения остальных – полностью сохраняется и в случае однородной вязкоупругой системы. Положение радикально меняется в случае диссипативно неоднородной системы. Здесь обобщенная комплексная жесткость представляет собой сумму двух матриц – действительной и комплексной, которые вообще говоря, не являются подобными. Три симметричные неподобные обобщенные матрицы (матрицы обобщенных масс, действительная и мнимая части матрицы обобщенных жесткостей) не могут приводить C_k к диагональному виду одним невырожденным преобразованием. Поэтому в случае неоднородной системы уравнение Лагранжа в нормальных кордитах упругой системы имеет вид

$$\ddot{\theta}_n + \Omega_n^2 \theta_n - \Omega_n^2 \sum_{j=1}^{N} (\theta_{nj}^c + \theta_{nj}^s)\theta_j = \Psi_k \ ,$$

где $\theta_{nj}^c, \theta_{nj}^s$- неотрицательного определение действительные матрицы. Система (4) состоит из N связанных между собой уравнений.



а) **б)**

Рис.1. Зависимость комплексных частот от C_2

Каждое движение неоднородной системы представляет собой суперпозицию взаимодействующих колебаний нескольких нормальных координат, причем это взаимодействие различных нормальных координат, наиболее интенсивное при близких собственных частотах, приводит к интенсификации диссипативных процессов в системе.

Литература

1. Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. Новосибирск: Изд. СО РАН. 1996.189 с.

2. Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях. Ташкент: Фан, 1992.-250с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕСТАЦИОНАРНИХ УПРУГИХ ВОЛН В СЛОИСТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕЛАХ

[1]Кульмуратов Н.Р. , [2]Жураев Ў., [1]Халилов.Ш. Ф

[1] НавГГТУ, [2] ФерПИ, ТХТИ, Узбекистан

Постановка задачи. На N-слойный цилиндр падают нестационарные волны напряжения $\sigma_{xx}^{(i)}$ и $\sigma_{xy}^{(i)}$, фронт которых параллелен продольной оси цилиндра [1]. Требуется определить динамическое напряженно-деформированное состояние цилиндра и окружающей его среды, вызванное падающим импульсом напряжений. Предположим, что время t отсчитыгвается с момента, когда падающий импульс коснется поверхности внешнего (N-1)-го цилиндра в точке $r = r_N$, $\theta = 0$. До этого момента сохраняется покой. В соответствии с изложенним, задача отыскания поля дифрагированных волн и напряженно-деформированного состояния, вызванного падающим импульсом [1,2]

$$\sigma_{xx}^{(i)} = \sigma_0 H(t), \quad \sigma_{xy}^{(i)} = \sigma_0 \frac{\nu_N}{1-\nu_N} H(t), \; t = t-(x+r_N)/C_{PN}, \tag{1}$$

где σ_0 - амплитуда падающих волн; $H(t)$ - единичная функция Хевисайда, сводится к решению дифференциальных уравнений. Сначала найдём решение для плоской ступени частной волны. Тензор напряжений, в общем виде, имеет вид $\sigma_{ij} = \sigma_{ij}^{(p)} + \sigma_{ij}^{(s)}$, где $\sigma^{(p)}$ - напряжение при падающих волнах, $\sigma^{(S)}$ - напряжение отраженных волн.В полярной системе координат, связанной с цилиндром, напряжения и смещения в падающей волне $r = r_n$ имеют вид:

$$\sigma_{rrn}^0 = \sigma_0[(\varepsilon_n+1)\cos 2\theta]H_0(z)/2, \; \sigma_{r\theta n}^0 = \sigma_0(\varepsilon_n-1)\sin 2\theta H_0(z)/2,$$

$$\sigma_{\theta\theta n}^0 = \sigma_0\left[\varepsilon_n-(\varepsilon_n+1)\cos 2\theta\right]H_0(z)/2, \; z = C_{pn}t - r_n + r_n\cos\theta, \quad \varepsilon_n = -\nu_n/(1-\nu_n),$$

где $H_0(z)$ –единичная функция Хэвисайда; σ_0 - напряжения на фронте волны, распространяющейся в направлениях x; r_j- радиус слоистых тел; Cpj- скорость волны расширения, ν_j - коэффициент Пуассона, ρ_j -плотности среды.

Применяя к уравнениям интегральное преобразование Фурье по времени, записываем в виде:

$$\varphi^F(w) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\tau)\exp(-iw\tau)\,d\tau,\ \varphi(\tau) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\varphi^F(w)\exp(iw\tau)\,dw \quad , \qquad (2)$$

где w- параметр преобразования Фурье по времени, $\varphi^F(w)$ - изображение функции $\varphi(t)$. Волновое уравнение после применения преобразования Фурье принимает следующий вид:

$$\partial^2\varphi_i/\partial x_i^2 + \partial^2\varphi_i/\partial y_i^2 - (w/c_{p1}^2)\varphi_i = 0,\ \partial^2\psi_i/\partial x_i^2 + \partial^2\psi_i/\partial y_i^2 - (w/c_{s1}^2)\psi_i = 0, \qquad (3)$$

для (r_i, θ_i) координат (3) записывается в виде:

$$\begin{array}{l} \partial^2\varphi_i^F/\partial y_i^2 + (1/y_i)\partial\varphi_i^F/\partial y_i + (1/y_i^2)\partial^2\psi_i^F/\partial\theta_i^2 - (w/c_{pi})^2\psi_i^F = 0 \\ \partial^2\psi_i^F/\partial y_i^2 + (1/y_i)\partial\psi_i^F/\partial y_i + (1/y_i^2)\partial^2\psi_i^F/\partial\theta_i^2 - (w/c_{pi})^2\psi_i^F = 0 \end{array}. \qquad (4)$$

Решение волнового уравнения (4) выражается через тригонометрические и специальные функции. Здесь $\gamma_1 = (\xi^2 + w^2/c_{p1}^2)^{1/2},\ \gamma_2 = (\xi^2 + k^2\rho/c_{p1}^2)^{1/2},\ R^2 = 2(1-\nu)/(1-2\nu)$ K_n – модифицированная функция Бесселя n-го порядка. На бесконечности $r \to \infty$ выполняются условие Земмерфельда [2]. Задача решается при однородных начальных условиях. Обратное преобразование осуществляется численно методом Ромберга. Потенциалы (φ, ψ), радиальное и тангенциальное перемещения с оболочки w и v для падающей волны получены с помощью интеграла Дюаме.

Пусть ступенчатые волны взаимодействуют с цилиндрическим отверстием при $r = r_0$ и отверстием свободного от напряжения $\left(\sigma_{rr}\big|_{r=a} = \sigma_{r\theta}\big|_{r=a} = 0\right)$. Единственньм напряжением, которое не обращается в нуль при $r = r_0$, является кольцевое напряжение $\sigma_{\theta\theta n}/\sigma_0$. Применив преобразование Фурье к уравнению движения и граничньм условиям, получим выражение для кольцевых напряжений при $\sigma_{rr} = \sigma_0 H(t)\cos t, \quad \sigma_{r\theta} = \tau_0 \ H(t)\sin\theta$.

$$\sigma^*_{\theta\theta n} = \frac{\sigma_{\theta\theta n}(r_{01}\theta, t)}{\sigma} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta_1(r_0\Omega)e^{i\Omega t}}{\Omega_1\left[\Delta_1\Delta_2 + \Delta_3\Delta_4\right]} d\Omega,$$

$$\Delta_1(r_{01}\Omega) = (\Delta_3 + \tau_0 E)\left\lfloor 2\Omega H^{(1)}_{n-1}(\Omega) - ((2n^2 + 2n) + \Omega^2)H^{(1)}_n(\Omega)\right\rfloor + \tag{5}$$

$$+\left[\tau_0\Delta_2 - \Delta_4\right]\left[2n(n+1)H^{(1)}_n((C_{P1}/C_{S1})\Omega) + \frac{2C_P n\Omega}{C_{S1}} H^{(1)}_{n-1}\left(\frac{C_p}{C_S}\Omega\right)\right].$$

Выражение $(\Delta_k(k = 1,2,3,4,5)$ приведено в работе [1]. Несобственный интеграл (5) решается численно по разработанному алгоритму.

Практически вычисление (4) на ЭВМ можно провести следуюшим образом. Поскольку численное интегрирование в бесконечных пределах немыслимо, то интеграл (5) заменяется на

$$\sigma^*_{\theta\theta n} = \frac{1}{2\pi}\int_{\omega_a}^{\omega_b} \frac{\Delta_1(r_{01}\Omega_1)}{\Omega_1\left[\Delta_2\Delta_3 + \Delta_4\Delta_5\right]} e^{-i\Omega t} d\Omega. \tag{6}$$

Значения пределов интегрирования ω_a, ω_b подбираются в зависимости от вида падаюшего импульса. Численные значения спектральной плотности $\sigma^{(i)F}_{rr}(\Omega)$ из (6) конечного падающего импульса лишь в небольшом диапазоне частоты Ω существенно

отличается от нуля. Пределы интегрирования ω_a, ω_b следует подбирать в соответствии с этим диапазоном и с учетом требуемой точности. При этом остаётся открытым вопрос о том, какую погрешность внесет пренебрежение вкладом интегралов типа (6) в пределах интегрирования от - ∞ до ω_a и от ω_b до ∞. Результаты расчетов приведены на рис .1, при различных значениях *n*.

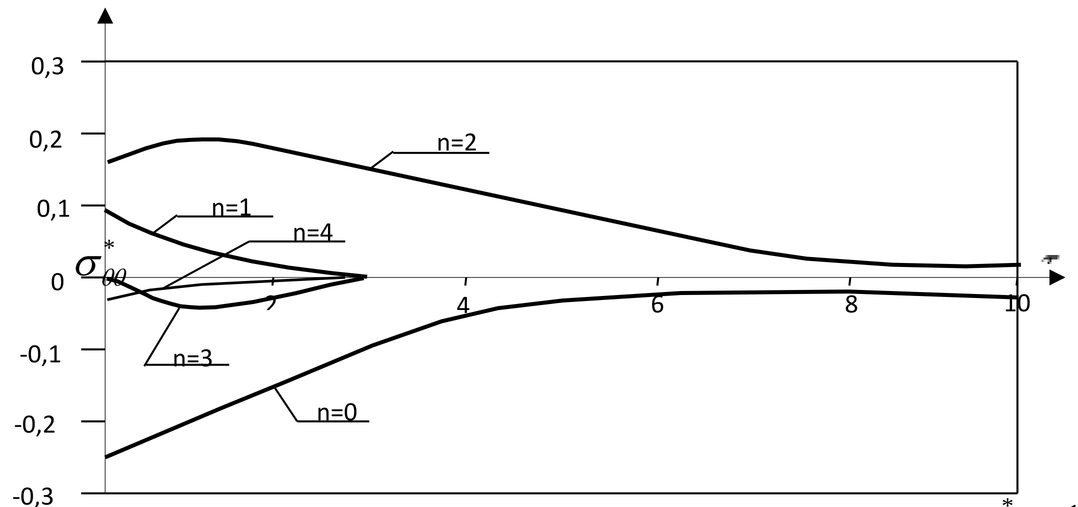


Рис.1 Зависимость кольцевого напряжения от времени $\sigma^*_{\theta\theta} *10$

Литература

1. Гузь А.Н., Кубенко В.Д., Черевенко М.А. Дифракция упругих волн. «Наук», 1978. 308 с.

2. Pao Y.H., Mow C.C. diffraction of elastic waves and dynamic stress concentration. №4, Grane, Russak, 1973 694 p.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В ВЯЗКОУПРУГОМ СЛОЕ

Бекмуродова Нафиса Иззатовна.

Учитель математики в Государственной специализированной школе-интернате по олимпийским и национальным видам спорта

Выведем основные соотношения классической теории пластин переменной толщины на основе принципа возможных перемещений. Для виртуальной работы сил инерции (δA_I) запишем следующее соотношение:

$$\delta A_I = -\int_V \rho \ddot{u}_i \delta u_i dV \qquad ,$$

где ρ - плотность тела; u_i – компоненты перемещения; $\ddot{u}_i = \partial^2 ui / \partial t^2$; t -время. Здесь и далее подразумевается суммирование по повторяющимся индексам. Рассмотрим клиновидную пластинку, бесконечную вдоль оси x_2. В соответствии с гипотезами Кирхгофа- Лява имеем:

$$\sigma_{13} = \sigma_{23} = \sigma_{33} = 0; \quad u_i = -x_3 \frac{\partial W}{\partial x_i}; \; W(x_3) \equiv W, \qquad (1)$$

где W – прогиб срединной плоскости пластинки.

Среди множества решений системы выберем те, которые описывают гармонические плоские волны, распространяющиеся вдоль оси x_2

$$y_i = z_i(x_1) e^{i(\kappa x_2 - \omega t)}. \qquad (2)$$

Подставляя решение (2) в систему дифференциальных уравнений в частных производных, получаем систему обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, разрешенную относительно производных:

$$\begin{cases} z_1' = z_2; \\ z_2' = -\dfrac{6(1-\nu)}{h^3} z_3 + \nu\kappa^2 z_1; \\ z_3' = z_4 - \dfrac{h^3 \Gamma_k}{3} \kappa^2 z_2; \\ z_4' = \nu\kappa^2 z_3 + \dfrac{(1+\nu)h}{6} \kappa^4 z_1 - h\left(\dfrac{\omega}{C_s}\right)^2 \Gamma_k z_1; \end{cases} \qquad (3)$$

Граничные условия для этой системы можно записать в следующем виде:

а) свободный левый край пластинки: $z_3(0) = z_4(0) = 0$ (4,а)

б) свободный правый край пластинки: $z_3(l_1) = z_4(l_1) = 0$ (4,б)

в) защемленный правый край пластинки: $z_1(l_1) = z_2(l_1) = 0$ (4,с)

Таким образом, сформирована спектральная краевая задача (2-4) по параметру ω, описывающая распространение изгибных плоских кромочных волн в пластинке Кирхгофа-Лява. Отыскивая, как и ранее, решения, описывающие плоские гармонические волны, распространяющиеся вдоль оси x_1, будем искать решение системы (3) в виде

$$\begin{cases} y_1 = z_1(x_1)\cos(\kappa x_2 - \omega t); \\ y_2 = z_2(x_1)\cos(\kappa x_2 - \omega t); \\ y_3 = z_3(x_1)\sin(\kappa x_2 - \omega t); \\ y_4 = z_4(x_1)\cos(\kappa x_2 - \omega t); \\ y_5 = z_5(x_1)\cos(\kappa x_2 - \omega t); \\ y_6 = z_6(x_1)\sin(\kappa x_2 - \omega t). \end{cases} \qquad (5)$$

Подставляя соотношения (5) в систему обыкновенных дифференциальных уравнений (3) получаем систему обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, разрешенную относительно производных:

$$\begin{cases} z_1' = z_2 + \dfrac{z_n}{\chi h}; \\ z_2' = -\nu\kappa\kappa_3 - \dfrac{6(1-\nu)}{3} z_5; \\ z_3' = \kappa z_2 - \dfrac{12}{h^3} z_6; \\ z_4' = \chi h\kappa\kappa_3 + \kappa^2\left(\chi h - \dfrac{hc^2}{\Gamma_л}\right) z_1; \\ z_5 = -\kappa z_6 + z_4 + \dfrac{h^3}{12\Gamma_л}\omega^2 z_2; \\ z_6' = -\chi h\kappa\kappa_1 - \left[\chi h + \dfrac{\kappa^2 h^3}{12\Gamma_л}\left(2(1+\nu) - \dfrac{c^2}{\Gamma_л}\right)\right] z_3 + \nu\kappa\kappa_5. \end{cases} \tag{6}$$

Граничные условия для этой системы можно записать в следующем виде:

а) свободный левый край пластинки: $z_4 = z_5 = z_6 = 0, \quad x_1 = 0;$ б) свободный правый край пластинки: $z_4 = z_5 = z_6 = 0, x_1 = l_1;$

в) защемленный правый край пластинки: $z_1 = z_2 = z_3 = 0, \quad x_1 = l_1;$Таким образом, сформулирована спектральная краевая задача (6) по параметру ω, описывающая распространение изгибных плоских кромочных волн в пластинке Тимошенко, которые решаются в области $0 \le x_1 \le l_1, -\infty < x_2 < +\infty$. На рис. 1 показаны дисперсионные кривые фазовых скоростей первых трех мод колебаний в пластинке Кирхгофа-Лява с линейным законом изменения толщины.

$$h(x_1) = h_0 x_1^p, \qquad o < x_1 \le b,$$

где параметр p принимался равным 1,5; 2; 2,5; 3 в соответствии с обозначениями кривых 1, 2, 3, 4. Отметим качественное различие в поведении сплошных и пунктирных линий. При $p=1$, как отмечалось выше, фазовые скорости асимптотически приближаются к ненулевым предельным значениям, кривая первой моды монотонно возрастает.

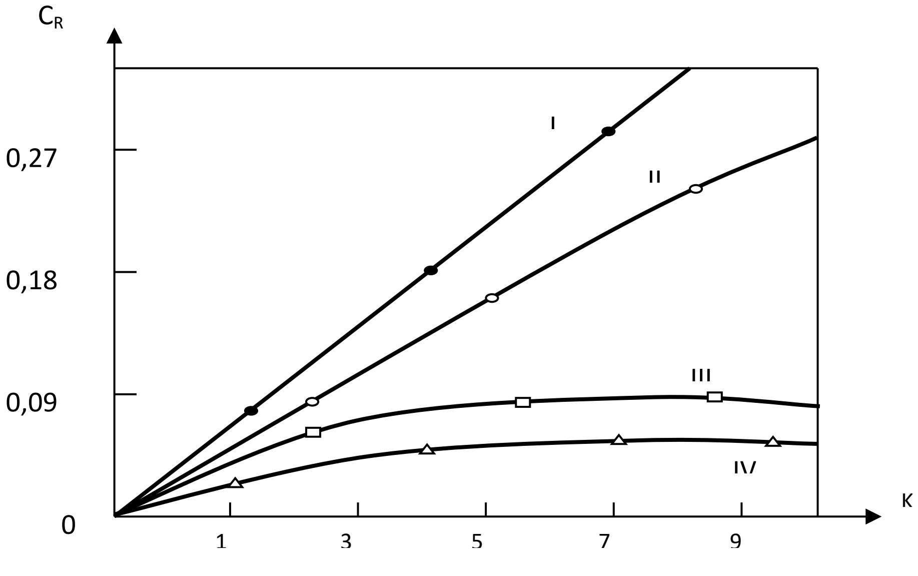


Рис.1. Дисперсионные кривые первой моды

I. $h_1=h_2=0{,}1$; II. $h_1=h_{2/2}=0{,}05$; III. $h_{2/100}=0{,}001$; IV. $h_1=h_{2/1000}=0{,}001$

Литература

1. Гахов Ф.Д. Краевые задачи. М.: Физмат 243, 1963, -639 с

ДИФРАКЦИЯ ВОЛН НА ДВУХ НИТОЧНОМ ТРУБОПРОВОДЕ С ЖИДКОСТЬЮ

Бадалов Улугбек Хикматович

Магистр географии 1 ступени Бухарского государственного университета

Рассмотрим динамическую напряженно - деформированное состояние протяженного многониточного (двух или трех ниточного) трубопровода на гармоническое воздействие в рамках плоской задачи динамической теории упругости [1]. При этом исследуем случай стационарной дифракции плоских волн на ряде периодически расположенных полостей, подкрепленных кольцами с идеальной сжимаемой жидкостью внутри. Решение поставленной задачи осуществим методом потенциалов [2]. В частном случае, рассмотрим задачу динамической теории линейной упругости о воздействии гармонических волн на трубы, уложенные в высокой насыпи в две нитки и заполненные идеальной сжимаемой жидкостью. При этом рассмотрим случай, когда волна падает перпендикулярно к оси соединяющей центры труб, и к продольной оси этих труб. Поставленная задача решается в бицилиндрической системе координат, которая связана с декартовой следующими соотношениями[2]:

$$x=(a\sin\xi)/(\mathrm{ch}\eta-\cos\xi),\quad y=(a\,\mathrm{sh}\eta)/(\mathrm{ch}\eta-\cos\xi),\ z=z\ , \tag{1}$$

где: a - половина расстояния между точками $\eta=-\infty$ и $\eta=\infty$. Тогда, получим следующее уравнение Гельмгольца в биполярных координатах:

$$\left[a^{-2}(\mathrm{ch}\eta-\cos\xi)^2\right]\left[(v)_{\xi\xi}+(v)_{\eta\eta}\right]+k^2v=0\ . \tag{2}$$

Решение уравнения (2) в аналитическом виде представляет значительные трудности, которые можно обойти путем нахождения асимптотического решения поставленной задачи для близкой поверхности трубы интересующей нас области. В результате проведенных преобразований получим следующий асимптотический вид уравнения:

$$(v)_{\xi\xi}+(v)_{\eta\eta}+(2kae^{\pm\eta})^2v=0. \tag{3}$$

Решение уравнение (3) ищем в виде ряда:

$$v=\sum_{n=0}^{\infty}\left[v_n^a(\eta)\cos n\xi+v_n^b(\eta)\sin n\xi\right]\varepsilon^{-iwt}\ . \tag{4}$$

Подставив (4) в (3) и приравняв коэффициенты при соответствующих гармониках, получим следующее обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$v_n''+\left[(2kae^{\pm\eta})^2-n^2\right]v_n=0. \tag{5}$$

Стандартной заменой

$$v_n(\eta) = z(t) \quad , t=\exp(\pm\eta)$$

сводим (5) к уравнению Бесселя вида

$$t^2 z'' + tz' + (4k^2a^2 - n^2)z = 0, \tag{6}$$

которое имеет частное решение в виде цилиндрической функции z(2ake$^{-\eta}$), а решение уравнение Гельмгольца запишется как:

$$\varphi = \sum_{n=0}^{\infty} A_n Z_n (2ake^{\mp\eta}) \cos n\xi e^{-iwt},$$

$$\psi = \sum_{n=0}^{\infty} B_n Z_n (2ake^{\mp\eta}) \sin n\xi e^{-iwt}. \tag{7}$$

Теперь поставим краевые условия. Для этого используем условия (7) и замену r=η и θ=ξ. Учитывая полученные соотношения, выведем решение краевой задачи для случая падения на две подземные трубы P - волны сжатия и SV-волны сдвига перпендикулярно к оси y. Волновой потенциал волны имеет вид

$$\varphi^{(i)} = Ae^{i\alpha . x - iwt}. \tag{8}$$

Для представления (8) в виде (7) запишем (8) с помощью (1) в биполярных координатах. Затем удержим член ряда (7) и подставив его в (8), получим:

$$\varphi_1^{(i)} = Ae^{ik2a\exp(\mp)^{\eta} \sin\xi e^{-iwt}}. \tag{9}$$

Разложив второй сомножитель выражения (9) в ряд Фурье (комплексная форма) и после небольших преобразований получим окончательное выражение для потенциала падающей P - волны:

$$\varphi_1^{(i)} = A\sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n J_n(\alpha_1\tau) \cos n\xi e^{-iwt}, \tag{10}$$

где τ=2aexp(∓η) для потенциала падающей SV-волны.

Потенциалы же отраженных от труб волн после применения теоремы сложения и, учитывая периодичность задачи, будут иметь вид:

$$\varphi_1^{(r)} = e^{-iwt}\sum_{n=0}^{\infty}\left[A_n H_n^{(1)}(\alpha_1 r) + S_n J_n(\alpha_1 r)\right]e^{in(\theta-\gamma)},$$

$$\psi_1^{(r)} = e^{-iwt}\sum_{n=0}^{\infty}\left[B_n H_n^{(1)}(\beta_1 r) + \sigma_n J_n(\beta_1 r)\right]e^{in(\theta-\gamma)},$$

$$S_n = \sum_{p=0}^{\infty}\sum_{m=1}^{\infty} A_p E_p\left[e^{im\xi}H_{n-p}^{(1)}(\alpha_1 m\delta) + e^{-im\xi}H_{n-p}^{(1)}(\alpha_1 m\delta)\right], \tag{11}$$

$$Q_n = \sum_{p=0}^{\infty}\sum_{m=1}^{\infty} B_p E_p\left[e^{im\xi}H_{n-p}^{(1)}(\beta_1 m\delta) + e^{-im\xi}H_{n-p}^{(1)}(\beta_1 m\delta)\right],$$

где: ξ=kδcosγ,δ - расстояние между центрами труб.

Потенциалы преломленных волн в трубах запишутся в виде

$$\varphi_2 = e^{i(m\xi - w\xi)}\sum_{n=0}^{\infty} E_n\left[C_n H_n^{(1)}(\alpha_1 r) + D_n H_n^{(2)}(\alpha_2 r)\right]e^{in(\theta-\gamma)},$$

$$\psi_2 = e^{i(m\xi - w\xi)} \sum_{n=0}^{\infty} E_n \left[E_n H_n^{(1)}(\beta_1 r) + F_n H_n^{(2)}(\beta_2 r) \right] e^{in(\theta-\gamma)}, \qquad (12)$$

а потенциал скоростей, в идеальной форме сжимаемой жидкости

$$\varphi_3 = e^{i(m\xi - w\xi)} \sum_{n=0}^{\infty} E_n G_n J_n(\alpha_3 r) e^{in(\theta-\gamma)}, \qquad (13)$$

В результате получается бесконечная система линейных уравнений, которая решается приближенным методом редукции, при условии, что не выполняется соотношение.

$$k\delta(1 \mp \cos\gamma) = 2\pi n$$

Подставив (11) и (12) в граничные условия, получим окончательное решение задачи о падении соответственно P- и SV - волн на две подземные трубы. Произвольные постоянные A_n, B_n, C_n и др. определяются из системы алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами:

$$[C]\{q\}=\{\rho\},$$

где: C - определитель (12x12) - порядка, элементы которой являются функцией Бесселя и Ханкеля 1-го 2-го рода n-го порядка, q - вектор столбец неизвестных величин, ρ - вектор правой части.

Система алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами решается методом Гаусса с выделением главного элемента. Вводимая информация содержит минимально необходимые данные: упругие характеристики (E и ν) грунта насыпи и труб; плотность грунта, трубы и жидкости ее заполняющей; внутренний и внешний радиусы труб; преобладающий период колебаний частиц грунта; координаты точки, в которой ищется НДС; коэффициент сейсмичности.

Вычисление цилиндрических функций Бесселя и Ханкеля производится по известным формулам. Решение системы линейных уравнений осуществляется методом Гаусса с выделением главного члена.

Влияние расстояния между трубами. В табл. 1 приведены значения коэффициента $\eta_{\max}(\eta_{\max} = |\sigma_{rr}|/(\lambda + 2\mu)\alpha^2 A$ максимального радиального давления грунта на трубы при различном расстоянии в свету d между ними в случае падения P - волны.

Таблица 1. Значения коэффициента динамической концентрации при различных расстояниях между трубами для случая падения P – волны

D/d	0,5	1,0	2,0	4,0
η_{max}	1,68	1,76	1,61	1,60

При этом принималось: волновое число P - волны α_r=1,0: внутренний и наружный радиусы трубы: R_0=0,8 m и R=1,0 m: преобладающий период колебаний частиц грунта T=0,2 сек. Характеристики грунта насыпи: постоянные Ламе λ_1=8,9 МПа; μ_1=4,34 МПа;

плотность ρ_1=1,74Кн сек^2/м^4. Характеристики материала трубы: λ_2=8690МПа; μ_2=12930МПа; ρ_2=2,55Кн сек^2/м^4.

Из табл.1 следует, что сначала, при увеличении расстояния между трубами $0,5 \le d/D \le 1,0$, коэффициент η_{max} немного возрастает (на 5%), а при дальнейшем увеличении ($d/D>1,0$) убывает более резко- на 10%. При $d/D>2,0$ значение η_{max} стабилизируется, т.е. практически не меняется, при $l \le 4,0$ близко к значению η_{max} для одиночной трубы согласно расчетам.

Следовательно, взаимное влияние железобетонных труб многониточной укладки имеет место при расстоянии в свету между ними $d \le 4,0D$ и приводит к увеличению максимального динамического давления грунта на них по сравнению с одиночной трубой. Этот эффект увеличения коэффициента η_{max} связан с наложением волн, отраженных несколькими поверхностями многониточных труб. При этом немонотонное возрастание коэффициента η_{max} с уменьшением расстояния между трубами d/D связано с явлением интерференции наложенных после отражения волн. Это явление чрезвычайно важно для практики проектирования сейсмических подземных многониточных трубопроводов, т.к. позволяет подобрать оптимальное расстояние между трубами, при котором динамическое давление при сейсмическом воздействии минимально. Например, в табл.1 таким расстоянием является d=0,5D.

Следует отметить для сравнения, что в случае статического воздействия наблюдается обратная картина: давление грунта на многониточные трубы меньше, чем на одиночную.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях. Ташкент. ФАН, 1992.-250с.

ЛИНЕЙНЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ ВОЛНЫ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ СЛОЕ

[1]Ахмедов М.Ш., [2]Ёкубов Ш.Б.

1.Бухарский инженерно-технологический институт

2. Студент БухМТИ, гр.108-21 OOD

Аннотация. В работе рассматривается задача распространения упругих поперечных волн в полом цилиндре, находящемся в деформируемой среде. Задача сводится к решению дисперсионных уравнений, которое решается численно - методом Мюллера.

Введение.

Распространение электромагнитных волн в цилиндрическом теле, контактирующем со средой рассматривается работах [1,2]. В работах [3,4] рассматривается распространение упругих волн в слое или пластинке, контактирующей с деформируемой средой. В этой работе, в отличие от других, изучается распространение упругих волн в цилиндрическом теле (или слое), находящемся в упругой среде. Основная цель исследования является изучение существования фазовой скорости распространения волн от геометрических и физико-механических параметров системы. Основные уравнения теории упругости (в цилиндрических координатах) сводятся к плоской задаче теории упругости.

Постановка задачи и методы решения. Уравнения движения деформируемого слоя (при отсутствии массовых сил) имеют вид:

$$\mu_j \nabla^2 \vec{u}_j + (\lambda_j + \mu_j)grad\ di\vartheta\ \vec{u}_j = \rho_j \frac{\partial^2 \vec{u}_j}{\partial t^2}, \text{ j =1, 2.} \qquad (1)$$

Уравнения (1) справедливы как для цилиндрического слоя j=1, так и для окружающей ее среды j= 2. Здесь $\lambda_j = \frac{\nu_j E_j}{(1+\nu_j)(1-2\nu_j)}$; $\mu_j = \frac{\nu_j E_j}{2(1+\nu_j)}$, $\vec{u}_j(u_{rj}, u_{\theta j})$ - перемещение точек j-го тела (j=1,2) . Вектор перемещений представим в виде потенциальной и соленоидальной частей

$$\vec{u}_j = grad\ \varphi_j + rot\vec{\psi}_j\ ,$$

где φ_j – потенциал продольных волн; $\vec{\psi}_j(0,0,\psi_j)$ - потенциал поперечных волн. Потенциальные функции (в декартовой системе координат) удовлетворяют следующим волновым уравнениям

$$\nabla^2\varphi_j - \frac{1}{c_{pj}^2}\frac{\partial^2\varphi_j}{\partial t^2} = 0;\ \nabla^2\psi_j - \frac{1}{c_{Sj}^2}\frac{\partial^2\psi_j}{\partial t^2} = 0,$$

где $c_{pj}^2 = (\lambda_j + 2\mu_j)/\rho_j$, $c_{sj}^2 = \mu_j/\rho_j$ - соответственно скорости распространения продольных и поперечных волн.

В рассматрваемом случае радиальное и осевое перемещения равны нулю [3]

$$u_{r1} = u_{r2} = u_{z1} = u_{z2} = 0\ .\quad u_{\theta j} = -\frac{\partial\psi_{rj}}{\partial r} = \frac{\partial\psi_j}{\partial r} \qquad (2)$$

Тогда волновое уравнение принимает следующий вид:

$$\nabla^2\psi_i = \frac{1}{C_{si}^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2};\quad C_{si}^2 = \mu_i/\rho_i \quad \text{i=1,2} \qquad (3)$$

На границе r=a_1 и r=a_2 (a_1 и a_2-соответственно внутренние и внешние радиусы) цилиндрического слоя и упругих сред ставятся граничные условия. При

$$r = a_1: \quad \tau_{R\theta 1} = 0;$$

$$r = a_2; \quad u_{\theta 1} = u_{\theta 2}\ ,\ \tau_{R\theta 1} = \tau_{R\theta 2} \quad .$$

Решение волнового уравнения (3) для цилиндра и окружающей его среды записываются в виде:

$$\psi_1 = \left[A^{(1)}H_0^{(1)}(\overline{K}_1 r) + B^1 H_0^{(2)}(\overline{K}_1 r)\right]e^{iK_z z};\ \psi_z = C^{(II)}K_0\left[(\overline{K}_2 r)\right]e^{-iK_z z},$$

где K_0 – модифицированные функции Бесселя; $H_0^{(1)}$ и $H_0^{(2)}$ – функции Ханкеля нулевого порядка первого и второго рода, $\overline{K}_1^2 = \frac{\omega^2}{C_{s1}^2}; \quad \overline{K}_{21}^2 = \frac{\omega^2}{C_{s2}^2}.$

Компоненты вектора смещений, в цилиндре и окружающей его среде, представляются в виде:

$$u_{\theta 1} = -\frac{\partial \psi_1}{\partial r} = \left[\left(A^I \frac{d}{dr}H_0^{(1)}(\overline{K}_1 r) + B^I \frac{d}{dr}H_0^{(2)}(\overline{K}_1 r)\right)\right] e^{-K_z z}\ ;$$

;

$$u_{\theta 2} = -C^I \frac{d}{dr}K_0(\overline{K}_2 r)e^{-iK_z z}\ ;$$

$$\gamma_{R\theta 1} = -\left\{\begin{matrix}\left[A^I \frac{d^2}{dr^2}H_0^{(1)}(\overline{K}_1 r) + B^I \frac{d^2}{dr^2}H_0^{(2)}(\overline{K}_1 r)\right]e^{-K_z z} + \\ +\frac{1}{r}\left[A^I \frac{d}{dr}H_0^{(1)}(\overline{K}_1 r) + B^I \frac{d}{dr}H_0^{(2)}(\overline{K}_1 r)\right]\end{matrix}\right\}e^{-iK_z z} =$$

По условию задачи, при r = a_1: $\tau_{R\theta 1} = 0$; т.е.

$$-e^{-ir_z z}\mu\left\{\begin{matrix}\left[A^I \frac{d^2}{dr^2}H_0^{(1)}(\overline{K}_1 a_1) + \frac{1}{a_1}\frac{d}{dr}H_0^{(1)}(\overline{K}_1 a_1)\right] + \\ +B'\left[\frac{d}{dr^2}H_0^{(2)}(k_1 a_1) + \frac{1}{a_1}\frac{d}{dr}H_0^{(2)}(\overline{K}_1 a_1)\right]\end{matrix}\right\}e^{-iK_z z} = 0\ 0\ .$$

На контакте двух тел(при r = a_2) ставится условие жесткого контакта, т.е. $u_{\theta 1} = u_{\theta 2}$

$$\left[\left(A^{I}\frac{d}{dr}H_0^{(1)}(\overline{K}_1a_2)+B^{I}\frac{d}{dr}H_0^{(2)}(\overline{K}_1a_2)\right)\right]e^{-K_zz}=$$
$$=-C^{II}\frac{d}{dr}K_0(\overline{K}_2a_2)e^{-iK_zz}\quad.$$

Также при r = a_2: $\tau_{R\theta 1}=\tau_{R\theta 2}$. Здесь $\tau_{R\theta 1}=\mu_1\gamma_{R\theta 1}$; $\tau_{R\theta 2}=\mu_2\gamma_{R\theta 2}$;

В результате получим:

$$-\mu_1\left\{\begin{array}{l} A^1\left[{}_1\dfrac{d^2}{dr^2}H_0^{(1)}(\overline{K}_1a_2)+\dfrac{1}{a_2}\dfrac{d}{dr}H_0^{(1)}(\overline{K}_1a_2)\right]+ \\ \\ +B^1\left[{}_1\dfrac{d^2}{dr^2}H_0^{(2)}(\overline{K}_1a_2)+\dfrac{1}{a_2}\dfrac{d}{dr}H_0^{(2)}(\overline{K}_1a_2)\right]\end{array}\right\}e^{-iK_zz}=$$

$$=\mu_2\left\{c^{II}\frac{d^2}{dr^2}K_0^{(2)}(\overline{K}_1a_2)+\frac{1}{a_2}\frac{d}{dr}K_0(\overline{K}_1a_2)\right\}e^{-iK_zz}.$$

Для определения произвольных постоянных A^1, B^1 и C^{11} получим однородную систему алгебраических уравнений третьего порядка

$$[C]\ \{q\}=\{0\},$$

где $(q\}=\{A^1,B^1,C^{11}\}^T$.

Для того чтобы, система однородных алгебраических уравнений имела нетривиальное решение, определитель системы алгебраических уравнений должен быть равен нулю. Из этого условия получим следующее дисперсионное уравнение:

$$\begin{vmatrix} -\overline{K}_1^2H_0^{(1)}\left(\overline{K}_1\,a_1\right) & -\overline{K}_1\,H_0^{(2)}\left(\overline{K}_1\,a_1\right) & 0 \\ -\overline{K}_1\,H_1^{(1)}\left(\overline{K}_1\,a_2\right) & -\overline{K}_1\,H_0^{(2)}\left(\overline{K}_1\,a_2\right) & -\overline{K}_{21}K_1\left(\overline{K}_{21}a_2\right) \\ -\overline{K}_1^2\mu_1H_0^{(1)}\left(\overline{K}_1\,a_{21}\right) & -\overline{K}_1^2\mu_1H_0^{(2)}\left(\overline{K}_1\,a_2\right) & -\overline{K}_2\,\mu_2K_0\left(\overline{K}_2\,a_2\right) \end{vmatrix}=0\ . \qquad (4)$$

Здесь использовано следующее соотношение:

$$\frac{d}{da_1}H_0^{(1)}\left(\overline{K}_1\, a\right)=-K_1H_1^{(1)}\left(\overline{K}_1\, a_1\right),\;\; \frac{d}{da_1}H_0^{(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right)=-KH_1^{(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right);$$

$$\frac{d^2}{da_1^2}H_0^{(1),(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right)=-\overline{K}_1H_1^{(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right)+\frac{\overline{K}_1}{a_1}H_1^{(1),(2)}\left(\overline{K}_1\, a\right).$$

После некоторых преобразований получим следующее уравнение:

$$\frac{K_1(Ya_2)}{Y\mu_2K_{01}(Ya_2)}=\frac{H_0^{(1)}(xa_1)H_1^{(2)}(xa_2)-H_0^{(2)}(xa_1)H_1^{(1)}(xa_2)}{x\mu_1(H_0^{(1)}(xa_2)(H_0^{(1)}(xa_2)-H_0^{(1)}(xa_1)H_0^{(2)}(xa_2)}\;, \tag{5}$$

где

$$K_1=\sqrt{K_1^2-K_Z^2}\;;\;K_1^2=\frac{\omega^2}{V_{\beta_1}^2}\quad;\;V_{\beta_1}^2=\frac{\mu_1}{\rho_1},$$

в случае $K_z^2 > K_1^2$.

Результаты расчетов. Результаты численных расчетов приведены на рис.1 и 2. Для решения дисперсионного уравнения (4) составляем алгоритм на основе метода Мюллера [3], который определяет комплексные корни уравнения.

Заметим, что с увеличением толщины слоя первой и второй моды фазовая скорость уменьшается.

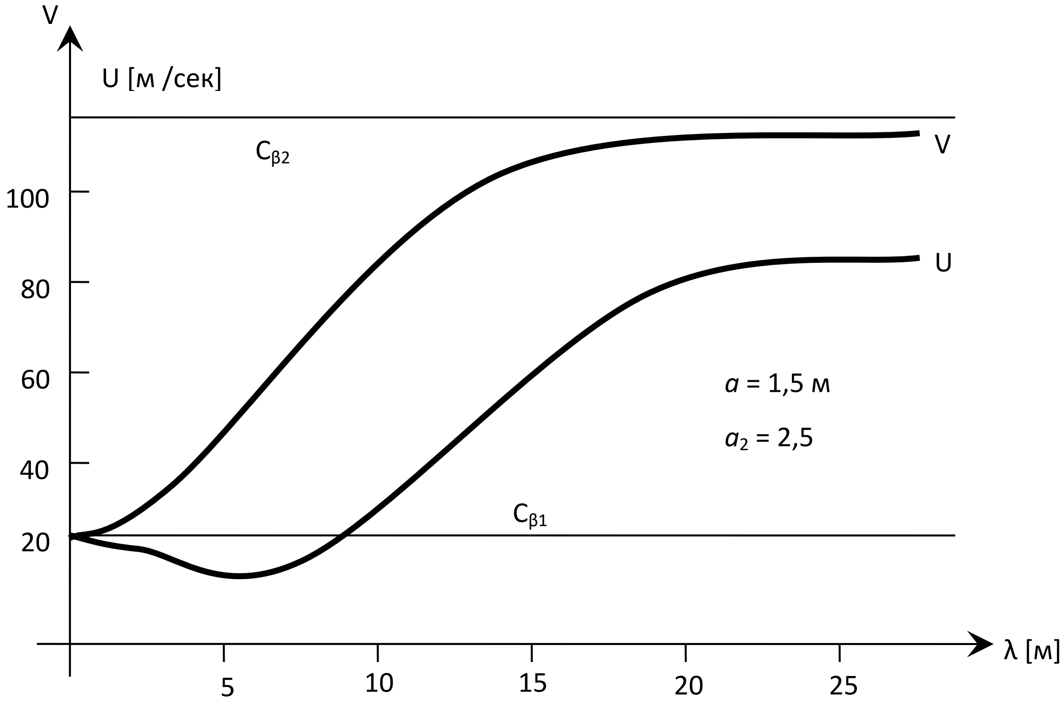


Рис.1. Изменение фазовой и групповой скорости в зависимости от длины волн при $C_{\beta 1}$ = 200 м /с; $C_{\beta 2}$ = 1100 м /с.

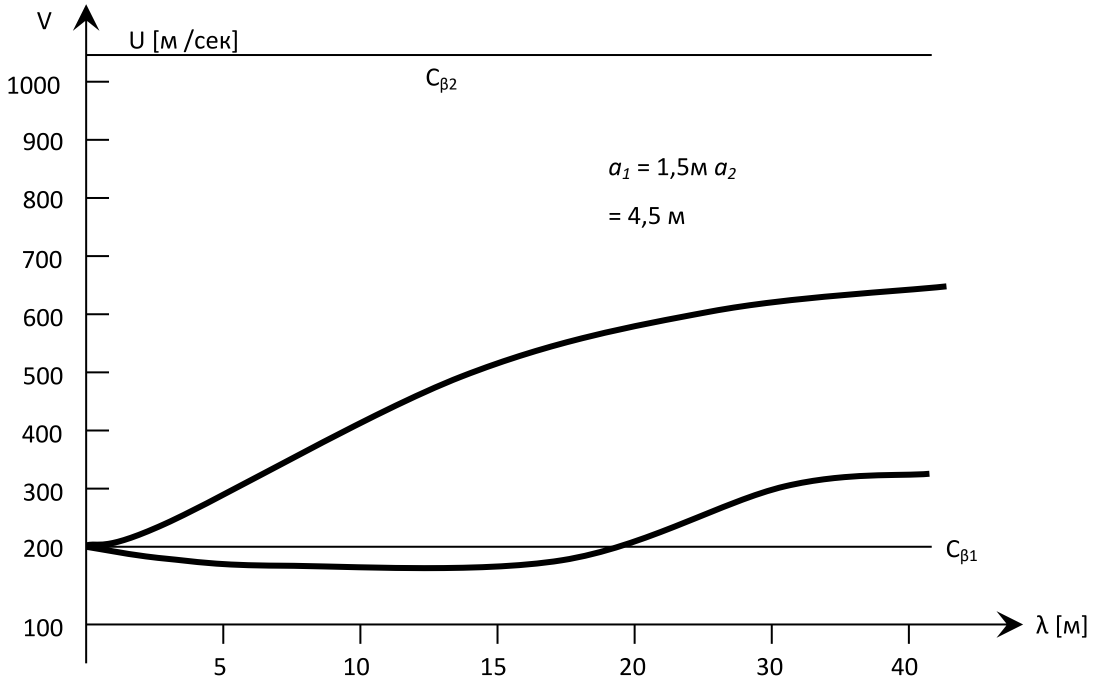


Рис.2. Изменение фазовое и групповые скорости в зависимости от длины волн.

Литература

1. Митра Р., Ли С. Аналитические методы теории волноводов. -М.: Мир, 1974, -327с.

2. Фелсен Л., Маркувиц Н. Измерение и рассеяние волн. - М.: Мир, 1978. -387с.

3. Сафаров И.И., Майборода В.П., Траяновский И.Е., Возагашвали М.Г. Волны в слое на деформируемом полупространстве // Расчеты на прочность. Вып.25, М.: 1984. с.213-220.

4. Каюмов С.С., Сафаров И. И. Распространение и дифракция волн в диссипативно – неоднородных цилиндрических деформируемых механических системах.-Ташкент, Фан, 2004.-215с.

ОБ ОЦЕНКЕ РЕЖУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КУПЕРШЛАКА ПРИ АБРАЗИВОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

докторант Искандарова Нигора Курванбековна[1],
д.т.н., проф. Шин Илларион Георгиевич[1],
доц. Ибрагимов Фарход Хайруллаевич[2]
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности[1],
Ташкентский Химико-Технологический Институт[2]
(e-mail igshin@mail.ru, nigora1211@mail.ru)

Аннотация. *В статье приведены сведения по оценке режущей способности нового абразивного материала – купершлака, применяемого в качестве рабочего тела при аброзивоструйной обработке зубьев пильных дисков с целью эффективного снятия заусенцев с труднодоступных мест на переходных поверхностях.*

Ключевые слова. *Пильный диск, купершлак, заусенец, абразивоструйная обработка, углы резания, твердость, хлопковое волокно, джинирование*

Максимальное сохранение природных свойств волокна при хлопкопереработке – важнейшее требование, предъявляемое на всех этапах переработки хлопка-сырца. Особенно это актуально при операции джинирования, когда в силу кинематических и динамических особенностей процесса волокноотделения могут появиться или усилиться механические повреждения волокон в виде надрезов, а разрушенные волокна увеличивают в совокупности количество коротких волокон, что резко снижает эффективность джинирования.

Механические повреждения на волокнах при джинировании появляются в результате силового контакта с переходными поверхностями на зубьях пильного диска, характеризующимися наличием острых кромок (микровыступов) после плоского шлифования боковых поверхностей зубьев. Для их удаления предусмотрена обработка пильных дисков, собранных на рабочем валу, в песочной ванне. В качестве абразивного материала применяют кварцевой речной (800…2600 мкм) или карьерный песок (1250…3500 мкм), а также измельченная стружка из чугуна [1,2].

Применяющаяся на хлопкозаводах отделочная операция зубьев пильных дисков в песочной ванне не дает удоворительных результатов в связи с возросшими требованиями к качеству волокна и низкими режушими свойствами кварцевого песка по сравнению с другими абразивными материалами. Некоторое улучшение микропрофиля зубьев за счет увеличения радиуса скругления переходных поверхностей и устранения остроты кромок было достигнуто применением вибрационной абразивной обработки с помощью дорогостоящего карбида кремния [1]. Однако ограниченная возможность регулирования выброабразивной обработки и частичный съем металла в труднодоступных местах (впадина зуба) пильного диска делают данный процесс малоэффективным.

Между отдельными процессами резания металлов не может быть принципиальной разницы, так как процесс стружкообразования на режущих элементах различных инструментов протекает по одинаковой схеме независимо от конструктивного оформления режущего инструмента. Физическая картина во всех случаях резания представляется последовательным сдвигом (или скалыванием) отдельных элементов-стружек с помощью режущего клина, к которому приложена определения сила резания.

Однако процесс шлифования со свободным абразивом имеет ряд особенностей, существенно отличающих его от процесса резания металлическим инструментом: во-первых, разнообразная и неправильная геометрическая форма абразивных частиц и наличие у них округленных (сферических) вершин, создающих отрицательные передние углы γ резания (царапания) отдельными абразивами; во-вторых, наличие особых свойств, связанных с высокой твердостью, термоустойчивостью, остротой, хрупкостью, способностью разрушаться по плоскостям спайности и др; в-третьих, высокие скорости микрорезания и малые глубины резания (царапания) каждой абразивной частицей.

У всякого абразивного (шлифующего) зерна *A* (рис. 1) по аналогии с режущим клином лезвийного инструмента, следуют различать поверхности: передняя ECB, по которой сходит стружка при микрорезании; задняя BC_1E_1, обращения к обработанной поверхности [3].

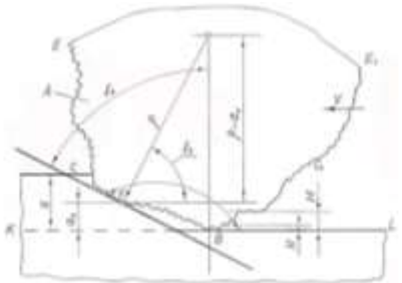


Рис. 1. Схема шлифующего зерна при микрорезании: 1-основной царапающий элемент; M-микровыступ; N-субмикровыступ; KL-линия среза

Поверхность абразивных частиц, представляющих совокупность реальных кристаллов, всегда имеет шероховатость, вызванную как его внутренним несовершенством, как и условиями его возникновения. Неровности поверхности в виде микровыступов *M* и субмикровыступов *N* зерен могут быть самостоятельными царапающим элементами, снимающими стружки толщиной на порядок и более раз меньше, чем основным царапающим элементом абразивной частицы.

Тупые углы резания тем больше, чем меньше толщина снимаемого слоя обрабатываемого материала, что является результатом контактного взаимодействия округленного режущего элемента в зоне срезаемого слоя с образуемой микростружки.

В результате округления режущего элемента фактический передний угол в некоторой точке x составит

$$\gamma_x = \arcsin\frac{\rho - a_x}{\rho}, \qquad (1)$$

тогда фактической угли резания в точке x

$$\delta_x = \frac{\pi}{2} + \arcsin\frac{\rho - a_x}{\rho}, \quad (2)$$

где a_x – толщина снимаего слоя в точке x;

ρ – радиус округления режущего элемента (абразивной частицы или режущей кромки металлического инструмента).

При резания слои обрабатываемого материала, находящиеся от режущей кромки на разных расстояниях, деформируются при разных углах резания. Как следует из уравнения (2), при $a_x \to 0$ угол резания $\delta_x \to 180^0$. Такой угол резания делает невозможным процесс резания слоев материала, лежащих непосредственно на линии среза, и поэтому происходит смятие материала.

Однако с увеличением толщины снимаемого слоя, что равносильно удалению от линии среза, фактический угол резания уменьшается. Так, при $a_x = \rho,\ \delta_x = 90^0$ и при $a_x > \rho,$ $\delta_x = 90^0$. При данных углах резания δ обеспечивается съем обрабатываемого металла, т.е. осуществляется процесс резания.

Первым необходимым условием осуществления процесса резания является превышение твердости инструментального над обрабатываемым (конструкционным) материалом. Для эффективной обработки, например при шлифовании, необходимо, чтобы при развивающейся при этом температуре (400…600^{0}C и выше) соблюдалось условие [3]:

$$H_ш / H_0 \geq 1{,}5...2{,}0\,, \qquad (3)$$

т.е. чтобы твердость шлифующего (абразивного) материала $H_ш$ была не менее чем в 1,5…2,0 раза выше твердости обрабатываемого материала H_0.

В настоящее время в качестве абразивного материала находит все большее применение в различных отраслях промышленности новый материал-купершлак [4]. Данный абразивный материал, являясь отходом производства меди, обладает высокой абразивной способностью и может быть использован в металлообработке взамен традиционных и дорогостоящих абразивных материалов, например, карбида кремния (карборунд). Специальное производство этого абразивного материала заключается в силицировании частиц углерода парами кремниевой кислоты.

В табл. даны основные физико-механические свойства купершлака в соответствии с техническим условием ТУ-3989-82101794-2008 (Россия) и его химический состав. Теоретическую оценку режущей (царапающей) способности купершлака можно осуществить по минералогической шкале твердости (шкала твердости Мооса), в котором за эталоны приняты следующие 10 минералов, расположенных в порядке возрастания твердости: 1-тальк, 2-гипс, 3-кальцит, 4-флюорит, 5-апатит, 6-ортоклаз, 7-кварц, 8-топаз, 9-корунд, 10-алмаз.

Таблица

Основные физико-механические свойства купершлака

Химический состав	FeO 40-50 % SiO 25-35 % MgO менее 5% CaO 6-10 %
Насыпная плотность, г/см^3	1,7
Основной размер гранул	0,8-2,5 мм – 83 %
Твердость по шкале МООса	не менее 6,0
Коэффициент динамической прочности	13,3
Коэффициент абразивной способности	4,4

В результате сопоставления шкалы твердости Бринелля и Мооса [5] заключаем, что твердости купершлака по шкале Мооса, равной 6, соответствует НВ 450.

Учитывая отсутствие корреляционной связи между твердостями HRA и HB, воспользуемся выявленной закономерностью связи между пределом прочности $\sigma_в$ и твердостью материала по Бринеллю: $\sigma_в / HB \approx 3{,}4$ и, таким образом, можно приблизительно оценить твердость $HB \approx \sigma_в / 3{,}4$. Данное соотношение следует из обработки перевода чисел твердости [6]. Поэтому для материалов пильных дисков, изготавливаемых из сталей У8Г и 65Г, имеющих соответственно предел прочности $\sigma_в = 1150$ и 980 Н/мм^2 значения твердости *HB* будут равны: 330 и 288.

С учетом приведенных данных расчетное значение отношения твердостей шлифующего и обрабатываемого материала составит:

$$HB_ш / H_0 = 1{,}33 \text{ (сталь У8Г)};$$

$$HB_ш / H_0 = 1{,}56 \text{ (сталь 65Г)}.$$

Сопоставив полученные результаты с условием (3) и учитывая ударный характер взаимодействия абразивных частиц с обрабатываемым материалом, можно с уверенностью утверждать о достаточной режущей способности купершлака для абразивоструйной обработки зубьев пильных дисков для снятия на них заусенцев, образующихся в процессе их шлифования после вырубки зубьев на пилонасекательном станке [7].

Процесс абразивоструйной обработки купершлаком металлических поверхностей, в частности, зубьев пильных дисков хлопкоперерабатывающих машин (джинов и линтеров) можно реализовать на обычном пескоструйном аппарате, хотя имеются промышленные камеры абразиво-струйные многофункционального назначения. Они служат для получения необходимой шероховатости, снятия дефектного слоя, матирования, упрочнения, снятия заусенцев и полирования, очистки, удаления ржавчины и др.

Абразивные частицы купершлака, имея неправильную геометрическую форму в виде многогранников, располагают множеством режущих клинов с различной геометрией переднего γ и заднего углов α (рис. 2), которые в соответствии с (1) и (2) формирует разные значения фактических углов резания δ.

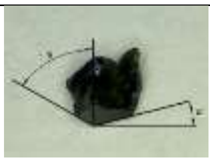
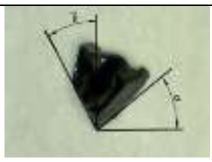
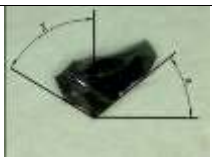
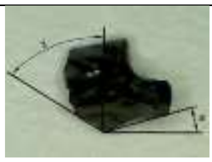
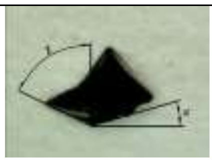
	Абразивная частица	Углы резания, град.	
		Передний угол γ	Задний угол α
		$-58^{0}\ 22'$	$15^{0}\ 41'$
		$-30^{0}\ 49'$	$35^{0}\ 40'$
		$-59^{0}\ 26'$	$38^{0}\ 19'$
		$-52^{0}\ 39'$	$18^{0}\ 43'$
		$-64^{0}\ 4'$	$15^{0}\ 56'$

Рис. 2. Геометрические параметры (углы резания) абразивных частиц купершлака

Таким образом, имея в пределах одного абразивного зерна купершлака несколько режущих клинов и независимо от угла атаки на металлическую поверхность за счет превышения по твердости обрабатываемого материала осуществляется микрорезание (царапание) тончайшего слоя.

Литература

1. Ширяев В.В., Хамов М.Г. Исследование микрогеометрии зубьев джинных пил // Реф.сб. Хлопковая промишленность. – Ташкент, 1982.– №6.– С.13-14.

2. Первичная переработка хлопка / Под общ.ред. Э.З.Зикриёева. –Ташкент: Мехнат, 1999.– 398с.

3. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов. – М.: Машиностроение, 1974. – 320с.

4. Сертификат соответствия. № РОСС RU.C.04ФАЛ.ПР.0032 Федеральное Агентство по Техническому Регулированию и Метрологии. Продукция сертифицирована 17.01.2018.
5. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела. В 3-х т. – М.: Наука, 1975. –Т1.– С. 314.
6. Гуляев А.П. Металловедение.– М.: Металлургия, 1986.– 544с.
7. Шин И.Г., Шодмонкулов З.А., Искандарова Н.К., Касимов Б.М. Повышение эффективности волокноотделительной машины абразивоструйной обработкой зубьев дисков пильного цилиндра // Вестник машиностроения. – Москва, 2021, №10.– С 66-69.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО АСТРОНОМИИ.

Манзура Исхаковна Пулатова профессор

Кафедра «Высшая математика»,

Бухарский инженерно-технологический институт,

Студент Девликамов Рустам

г. Бухара, Республика Узбекистан.

pulatovamanzura1954@gmail.com

Синтез математики и астрономии в свое время стимулировал самые выдающиеся открытия. Иоганн Кеплер смог, анализируя наблюдения Тихо Браге, открыть эллиптическую форму планетных орбит. В дальнейшем Исаак Ньютон, благодаря исследованиям Кеплера, вывел закон всемирного тяготения.

В астрономии имеется ряд важных проблем, решение которых возможно лишь с применением теории вероятностей и статистики.

Рассмотрим один пример такого решения астрономической задачи.

<u>Задача.</u> Известно, что отношение числа кратных систем звезд с кратностью k к числу кратных систем звезд с кратностью $k-1$ приблизительно постоянно (не зависит от k) и равно b. В предположении, что этот закон выполняется строго, рассмотреть в качестве случайной переменной кратность системы, которой принадлежит случайно выбранная звезда, и найти её распределение.

<u>Решение.</u> Число систем кратность k, согласно условию,

$$cb^{k-1}$$

где c −число одиночных звезд. Число звезд в системах кратность k равно ckb^{k-1}.

Вероятность того, что случайно выбранная звезда принадлежит системе кратности k, равна

$$p_k = \frac{kb^{k-1}}{\sum_{k=1}^{\infty} kb^{k-1}}.$$

Так как знаменатель дроби равен

$1(1-b)^2$, то $p_k = (1-b)^2 kb^{k-1}$, что и определяет искомое распределение.

Литература:

1. Агекян Т. А. Теория вероятностей для астрономов. М. Наука, 2016, 264 с.
2. Сапожников П. Н. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах. М. Инфра - М, 2017, 192 с.
3. Трухан А.А. Теория вероятностей в инженерных приложениях. СПб: Лань, 2015, 368 с.

ТАЪЛИМ-ТАРБИЯ ЖАРАЁНЛАРИДА АКАДЕМИК ХАЛИЛ РАХМАТУЛИН ИЛМИЙ МЕРОСИНИНГ ЎРНИ

А.Набиев (ТКТИ, п.ф.д., проф.), И.Бойназаров (ТерДУ, инглиз тили ўқитувчиси)

Аннотация. Мақолада "XX асрнинг машҳур механиклари" деб эътироф этилган қомусий олимлардан бири Х.А.Рахматулиннинг илмий-ижодий мерослари ва ибратли фаолиятларини чуқур ўрганиш ҳамда илмий-оммавий тарзда кенгроқ тарғиб этиш педагогик муаммо тарзида асосланмоқда.

Таянч иборалар. аэродинамика, аэростат, кўндаланг зарба, квазистатика, динамика, мудофаа тўрлари, Учинчи Ренессанс, компетенциявий ёндашув.

РОЛЬ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ АКАДЕМИКА ХАЛИЛА РАХМАТУЛИНА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

А.Набиев (ТХТИ, д.п.н., проф.), И.Бойназаров (ТерГУ, преподователь английского языка)

Аннотация. В основу статьи положена педагогическая проблема углубленного изучения научно-творческого наследия и образцовой деятельности одного из ученых-энциклопедистов Г.А. Рахматулина, признанного «Известным механиком XX века», и его более широкой научной и общественной пропаганды.

Ключевые слова. аэродинамика, аэростат, поперечный удар, квазистатика, динамика, защитные сети, Третий Ренессанс, компетентностный подход.

THE ROLE OF THE SCIENTIFIC HERITAGE OF ACADEMICIAN KHALIL RAKHMATULIN IN THE EDUCATIONAL PROCESS

A.Nabiev (TCTI, doctor of pedagogical sciences, prof.), I.Boynazarov (TerSU, english teacher)

Annotation. The article is based on the pedagogical problem of in-depth study of the scientific and creative heritage and exemplary activity of one of the encyclopedic scientists G.A. Rakhmatulin, recognized as the "Famous Mechanic of the 20th Century", and his wider scientific and social propaganda.

Key words. aerodynamics, balloon, transverse impact, quasi-statics, dynamics, protective nets, Third Renaissance, competency-based approach.

Глобаллашаётган информацион жамиятда умумбашарий тараққиётга муносиб ҳисса қўшган беназир сиймолар – авлод-аждодларимизнинг илмий меросларини ўта ноёб ҳодиса тарзида эътироф этган ҳолда ижодий ўрганиш, тарғиб қилиш устуворлик касб этади. Қайсики, бугунги кунда илм-фан ва замонавий технологиялар борасидаги деярли барча ютуқлар негизида Муҳаммад Мусо Хоразмий, Аҳмад Фарғоний, Абу Райхон Беруний, Ибн Сино, Мирзо Улуғбек сингари кўплаб донишманд алломаларимизнинг муносиб ҳиссалари борлиги, шак-шубҳасиздир!.

Тарихий тараққиётнинг зиддиятли, таҳликали оғир даврларида ҳам юртимизда илм-фан, маънавият ва маърифатга интилиш асло тўхтамаган. Ҳатто, чоризм мустамлакаси даврида ҳам Абдулла Авлоний, Исҳоқхон Ибрат, Абдулла Қодирий, Усмон Носир сингари маърифатпарвар аждодларимиз ҳамда собиқ мустабид тузум йилларида Қори Ниёзий, Ҳабиб Абдуллаев, Халил Раҳматулин, Тошмуҳаммад Саримсоқов, Саъди Сирожиддинов, Муҳаммад Ўрозбоев каби қомусий олимларимиз илм-фанда дунёга танилган.

Мақола Н.Е.Жуковский, К.Э.Циолковский, С.П.Королёв, Хью Эдвардс (Англия), Прандтль Людвиг (Германия), А.А.Ильюшин, Теодор фон Карман (АҚШ), С.П.Тимошенко (АҚШ), Р.И.Нигматулин сингари 249 нафар “XX асрнинг машҳур механиклари” деб эътироф этилган забардаст олимлардан бири Халил Аҳмедович Рахматулиннинг илмий-ижодий мерослари ва ибратли фаолиятларини чуқур ўрганишга ва илмий-оммавий тарзда кенгроқ тарғиб этишга бағишланган. Зеро, таълим-тарбия жараёни маънавий ва моддий олам уйғунлигини чуқур ҳис этиш, Инсон камолоти ва миллат равнақининг энг муҳим шарти ва гарови ҳисобланади.

1909 йилда таваллуд топган Халил Қирғизистондаги мактаблардан бирига ўқишга қабул қилинган бўлсада, оилавий шароити оғирлигидан бир неча йил мактабда ўқишни ҳам давом эттира олмаган. У мактабни, кейинчалик эса Тошкент вилояти педагогика техникумини имтиёзли тамомлаган ва шу ерда ўқитувчиликка олиб қолинган.

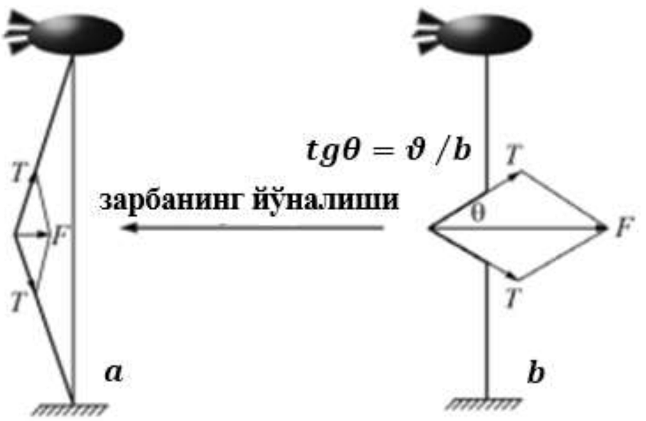
Халил Аҳмедович Ўрта Осиё Давлат университети (ҳозирги ЎзМУ)нинг физика-математика факультетини 1930 йилда биринчи курсини тамомлаган пайти муайян сабабларга кўра у таҳсил олаётган механика бўлими ёпилган. Халил Аҳмедовичга ҳам курсдошлари сингари бошқа йўналишда ўқишни давом эттириш таклиф қилинганда, у розилик бермасдан, М.В.Ломоносов номидаги Москва Давлат университетида ўқишини давом эттиришга азму шижоат қилган. Аммо ҳаётий заруратдан келиб чиқиб, бир неча ой меҳнат фаолияти билан шуғулланган. У 1931 йилнинг январида Москвага келиб, Университет раҳбариятига ўқишга келганлигини маълум қилганда, қуйидаги мазмунда жавоб олади: “... кечикиб келдингиз, дарсларни ўзлаштира олмайсиз ...” [1].

Бироқ қатъий фикрли Халил Университетда иши ижобий томонга ҳал бўлмаслигини сезгач, ўша пайтдаги Маориф халқ комиссари бўлган А.В.Луначарский қабулига бориб, масалани атрофлича тушунтиргач, “Ҳужжатлари ва билимини батафсил текшириб кўриш шарти билан истисно тариқасида МДУга ўқишини кўчириш мумкинлиги” бўйича рухсат олган. Синовлардан муваффақиятли ўтган Халил ўқишга қабул қилинган ва ўша вақтдан бошлаб умрини мазкур Университет билан чамбарчас боғлаган.

1937 йилда номзодлик диссертациясини муваффақиятли ҳимоя қилган Х.А.Рахматулин ҳали 30-35 ёшларидаёқ ўзининг тинимсиз меҳнати ва фидойилиги билан механика, математика, муҳандислик ва конструкторлик соҳаларида дунё олимлари орасида кўплаб илмий-амалий йўналишлар асосчиси ва камтарин ташкилотчи олим сифатида яқиндан танилган...

Масалан, иккинчи жаҳон уруши пайтлари душман самолётларидан ҳимояланиш ўта мураккаб ва долзарб муаммо бўлсада, ўзбек ўғлони Халил Аҳмедович томонидан муаммонинг механик-математик ва муҳандислик асослари уруш бошланишига қадар ҳал этилган. У пўлат арқонлардан (уларнинг ҳар бирига маълум оралиқларда гранаталар боғлаб қўйилади) ясалган тўрларни аэростатлар ёрдамида ҳавода ушлаб туриш ёки белгиланган жойга зудликда кўчириш орқали душман самолётларига зарба бериш ғоясини амалга оширишга мўлжалланган “Кўндаланг зарба” назариясини кашф этган.

Шу ўринда “Кўндаланг зарба” назариясининг асосий мазмун-моҳиятини эслаш мақсадга мувофиқдир (1-расм).



1-расм. Квазистатик (*a*) ва динамик (*b*) юкланган мудофаа тўрлари арқонларида ҳосил бўлувчи кучларнинг тасвирланиши

Халил Аҳмедовичнинг назариясига мувофиқ:

биринчидан, квазистатик ҳолатда пўлат арқон бўйлаб икки томонлама (юқори ва пастга) йўналган таранглик кучи $\boldsymbol{T}$ душман самолётининг қаноти (фюзеляж)га таъсир этувчи $\boldsymbol{F}$ кучдан катта бўлганлиги сабабли натижа анча самарасиз бўлиши;

иккинчидан, динамик ҳолатда эса пўлат арқонга зарб берилган нуқтадан пўлат арқон бўйлаб йўналган

$$\boldsymbol{a = \sqrt{EA/\rho}}$$

тезликда бўйлама тўлқин, унинг орқасидан эса миқдори $\boldsymbol{a}$ га нисбатан кичик бўлган

$$\boldsymbol{b = \sqrt{T/\rho(1+\varepsilon)}}$$

тезликда кўндаланг тўлқин тарқалиши, мувозанатдан оғиш бурчаги $\boldsymbol{\theta}$ эса

$$\boldsymbol{tg\theta = \vartheta/b}$$

зарбловчи жисмнинг тезлиги $\boldsymbol{\vartheta}$ га тўғри мутаносиб боғланишдалигини (маъноси: душман самолёти қанча катта тезликда пўлат арқонга урилса, $\boldsymbol{F}$ куч шунга мос катталашиб, унинг қанотни шунча тез қирқиб ташлаши муқаррар) илмий асосланган.

Бу қурилма уруш йилларида аҳоли яшаш манзиллари, ҳарбий объектлар, ҳатто Москва, Санкт-Петербург, Боку шаҳарларини душмандан ҳимоя қилишда ҳамда самолётларни қўндириш ва ерда бирдан тормозлаш қурилмаларида қўлланилган.

Статистик маълумотлар биргина 1943 йилнинг ўрталарида Москва осмонини тўрт юз қирқта аэростат – ҳаво шарлари ҳимоя қилганлигини, урушнинг барча жабҳаларида ҳаво шарларининг умумий сони уч мингтага етказилганлигини тасдиқлайди [2].

2020 йил 8 майда гитлерчи босқинчилар устидан қозонилган ғалабанинг 75 йиллигига бағишланган тантанали йиғилишда МДУ ректори, академик В.А.Садовничийнинг нутқида академиклар Н.А.Колмогоров, А.А.Ильюшин, Л.И.Седовлар билан бир қаторда Халил Аҳмедович Раҳматулиннинг ҳам Ғалабага қўшган улкан ҳиссасини мисоллар билан алоҳида таъкидлаб ўтганлиги, табиийки, ўзбек ўғлонига берилган муносиб баҳо ҳисобланади.

Дарвоқе, физика-математика фанлари доктори, академик Халил Ахмедович Рахматуллин МДУнинг “Газ ва тўлқин динамикаси” кафедраси асосчиси, умрининг охирига қадар 37 йил шу кафедра мудири лавозимида унумли фаолият кўрсатган ташкилотчи, фидойи педагог-олимдир.

Х.А.Рахматулиннинг “Кам ишлаяпман, кам ўқияпман!... Ишлашни Альберт Эйнштейндан ўрганиш керак! У “Тортишиш ва электр кучларининг ўзаро боғлиқлигини аниқлаш” бўйича қарийб 35 йил меҳнат қилди! Ана, нурдай қудратли, яшиндай шаффоф ирода! Ана, Қуёшдай тинимсиз инсон!...” – деган фикр-мулоҳазалари унинг ўта даражада камтарлигидан далолатдир.

Қомусий механик-математик олим, академик Х.А.Рахматулиннинг илм-фан ривожидаги буюк хизматлари муносиб баҳоланган. Жумладан, у Ломоносов номидаги (“Кўндаланг зарба” назарияси учун 1945 йил) ва икки марта собиқ иттифоқ давлат (1949 ва 1974 йиллар) ҳамда Беруний номидаги Давлат (1968 йил) мукофотлари лауреати бўлган. Унга Ўзбекистон ва РСФСРда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби (1959 ва 1967 йиллар) ҳамда собиқ иттифоқ Социалистик Меҳнат Қаҳрамони (1979 йил) унвонлари берилган.

Илм-фан ютуқлари Инсониятга бирдай хизмат қилишини, миллат ва ҳудуд танламаслигини, хусусан механика фанидан баҳраманд бўлмаган бирорта реал иқтисодиёт соҳалари бўлмаслигини эътироф этсак, юртимизда Учинчи Ренессанс пойдеворини барпо этишдек улуғ мақсад талабларидан келиб чиққан ҳолда жаҳонга машҳур механик олим-конструктор, фидойи Устоз академик Халил Аҳмедович Рахматулиннинг илмий-ижодий меросини чуқур ўрганиш ёш авлодга таълим-тарбия беришда ибрат мактаби бўлади.

АДАБИЁТЛАР

1. Худойбердиев Р., Маҳмудов М. Халқ фарзандлари: Очерклар – Т.: Адабиёт ва санъат нашриёти. 1979. –159 б.
2. Каримов К.А. Дунёнинг нуфузли олимларидан бири // Ўзбекистон овози. Ижтмоий сиёсий газета. –Т.: 2021. №6 (32.648).

СОСТАВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАШИННОГО АГРЕГАТА СЕМЯОТВОДЯЩЕГО УСТРОЙСТВА ПИЛЬНОГО ДЖИНА С ВРАЩАЮЩИМСЯ ШНЕКОМ

Мухаммадиев Д.М., Маллаев О.С.

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти

Тошкент шаҳри. +998974227056, davlat_mm@mail.ru

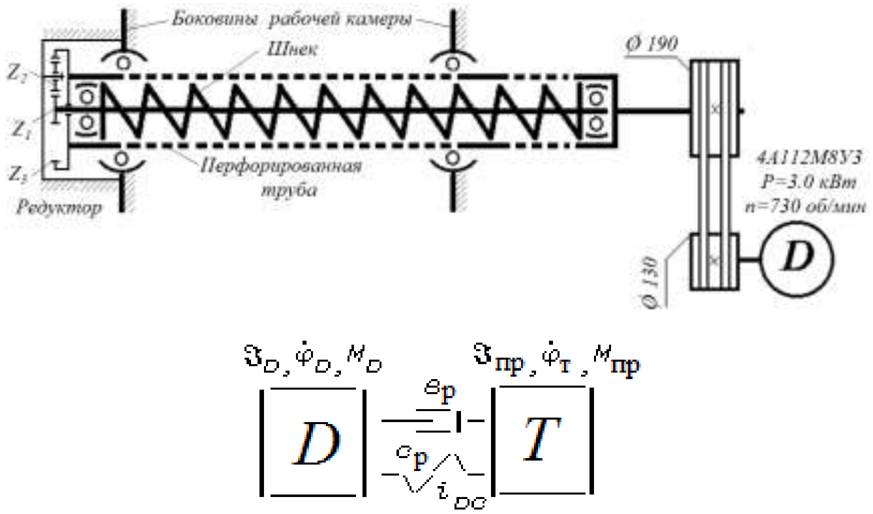
Семяотводящее устройство состоит из электродвигателя, перфорированной трубы и семяотводящего шнека с ременной и зубчатой передачей.

В задачу исследований входят нахождение закона изменения частоты вращения ротора электродвигателя, перфорированной трубы и семяотводящего шнека в функции времени. Кроме того, следует изучить потребляемой мощности электродвигателя, при которых обеспечивается повышенный выход семян из рабочей камеры пильного джина. Для этого необходимо учитывать упругость звеньев и демпфирующих факторов (диссипация) привода, а упругость и диссипация опор из-за обобщения координат системы не учитываются [1].

При составлении дифференциальных уравнений питателя воспользуемся уравнением Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt}\left[\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_i}\right] - \frac{\partial T}{\partial \varphi_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}_i} = Q[\varphi_i]\ , \qquad (1)$$

Динамическая модель машинного агрегата и кинематическая схема семяотводящего устройства представлены на рис.1, где $\mathfrak{J}_D$, $\mathfrak{J}_T$, $\mathfrak{J}_Ш$ – соответственно моменты инерции электродвигателя, перфорированной трубы и семяотводящего шнека, кг·м^2; M_{D}, M_{T}, $M_{\text{Ш}}$ – соответственно моменты нагрузок, действующих на вращающийся вал электродвигателя, перфорированной трубы и семяотводящего шнека, *Н·м;* $c_{\text{Р}}$, $c_{\text{З}}$ – жесткость ременной и зубчатой передачи, *Н·м/рад;* $в_{\text{Р}}$, $в_{\text{З}}$ – коэффициенты диссипации ременной и зубчатой передачи, *Н·м·с/рад;* $\dot{\varphi}_D$, $\dot{\varphi}_T$, $\dot{\varphi}_Ш$ – угловые скорости ротора электродвигателя, перфорированной трубы и семяотводящего шнека, c^{-1}; i_P, $i_З$ – передаточные отношения ременной и зубчатой передачи.



а

Рис. 1. Кинематическая схема (а) и динамическая модель (б) машинного агрегата семяотводящего устройства с вращающимся шнеком

Привод семяотводящего устройства пильного джина состоит из ременной передачи. Для привода семяотводящего устройства справедливы следующие кинематические соотношения:

$$i_P = \dot{\varphi}_D / \dot{\varphi}_T = D_D / D_T = 130/190 = 0{,}6842,$$
$$i_З = \dot{\varphi}_T / \dot{\varphi}_Ш = Z_1 / Z_2 = 12/18 = 0{,}6667, \qquad (2)$$

где D_D и D_T – соответственно диаметры шкива электродвигателя и перфорированной трубы, мм; Z_1=12, Z_2=18 – соответственно число зубьев солнечной шестерни и сателлита [2].

За обобщенные координаты принимаем угловые скорости вращающихся масс электродвигателя, перфорированной трубы и семяотводящего шнека $\dot{\varphi}_D$, $\dot{\varphi}_T$, $\dot{\varphi}_Ш$.

Из-за высокого значения жесткости редуктора, сил и массы шнека $\Im_Ш$ и $M_Ш$ приводим к семяотводящей трубе:

$$\Im_{ПР} = \Im_T + \frac{\Im_Ш}{i_З^2}, \qquad M_{ПР} = \frac{M_T\dot{\varphi}_T + M_Ш\dot{\varphi}_Ш^2}{\dot{\varphi}_T}. \qquad (3)$$

Кинетическая энергия семяотводящего устройства имеет следующий вид:

$$T = \frac{\Im_D\dot{\varphi}_D^2}{2} + \frac{\Im_{ПР}\dot{\varphi}_T^2}{2}. \qquad (4)$$

Потенциальная энергия семяотводящего устройства представляет собой однородную квадратичную форму обобщенных координат и записывается в следующем виде:

$$П = \frac{1}{2}\left[c_P(\varphi_D - i_P\varphi_T)^2\right]. \qquad (5)$$

Диссипативная функция системы выражается в виде

$$\Phi = \frac{1}{2}\left[в_P \cdot (\dot{\varphi}_D - i_P \dot{\varphi}_T)^2\right]. \quad (6)$$

Определим члены Лагранжевых уравнений:

а) частные производные по перемещениям от потенциальной энергии:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_D} &= c_P(\varphi_D - i_P\varphi_T), \\ \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_T} &= -c_P i_P(\varphi_D - i_P\varphi_T); \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

б) частные производные по перемещениям от диссипативной функции:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}_D} &= в_P \cdot (\dot{\varphi}_D - i_P \cdot \dot{\varphi}_T) \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}_T} &= -в_P \cdot i_P \cdot (\dot{\varphi}_D - i_P \cdot \dot{\varphi}_T) \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

г) частные производные по скоростям от обобщенных координат:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_D} = \Im_D \dot{\varphi}_D, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_T} = \Im_{ПР} \dot{\varphi}_T; \quad (9)$$

д) дифференцирования по времени:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_D}\right) = \Im_D \cdot \ddot{\varphi}_D, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_T}\right) = \Im_{ПР} \cdot \ddot{\varphi}_T; \quad (10)$$

е) обобщенные силы:

$$Q_D(\varphi_D) = M_D, \quad Q_T(\varphi_T) = -M_{ПР}. \quad (11)$$

Подставив определенные члены (17)–(24) в уравнение (1), получим систему дифференциальных уравнений движения машинного агрегата семяотводящего устройства в общем виде [3]:

$$\left.\begin{aligned} \Im_D \ddot{\varphi}_D &= M_D - c_P(\varphi_D - i_P\varphi_T) - в_P(\dot{\varphi}_D - i_P\dot{\varphi}_T) \\ \Im_{ПР} \cdot \ddot{\varphi}_T &= c_P i_P(\varphi_D - i_P\varphi_T) + в_P i_P(\dot{\varphi}_D - i_P\dot{\varphi}_T) - M_{ПР}. \end{aligned}\right\} \quad (12)$$

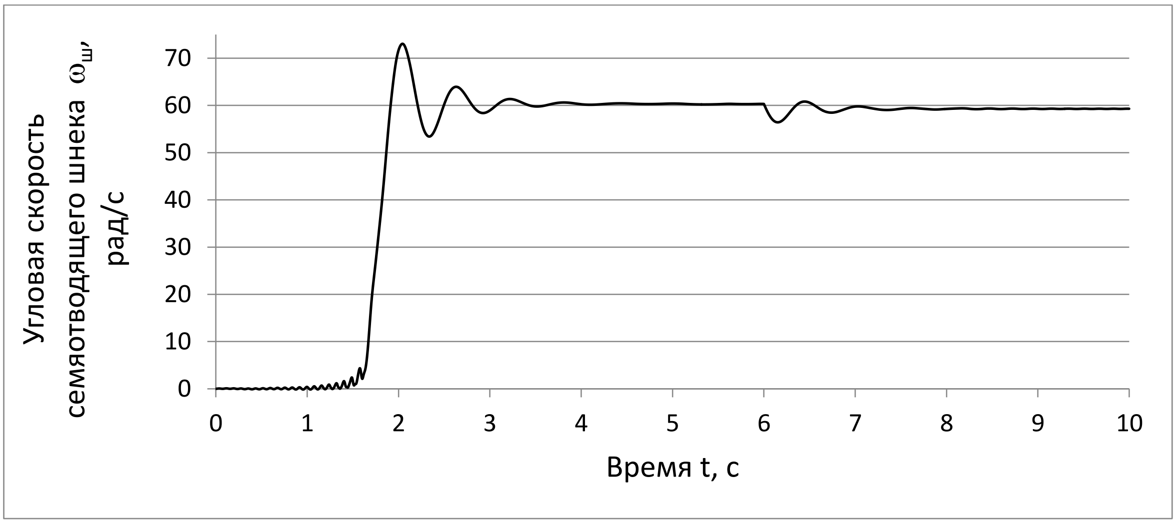


Рис. 2. Изменение угловой скорости семяотводящего шнека в функции времени

В целом, изучение машин в виде машинных агрегатов позволило установить динамику пуска электродвигателя и крутильных колебаний семяотводящего устройства с вращающимся шнеком. Изучение машинного агрегата семяотводящего устройства с вращающимся шнеком показало, что критический движущий момент электродвигателя составляет 657.92 *Н·м*, переходный процесс протекает в течение 3.5 с, а максимальное значение угловой скорости семяотводящего трубы достигает 48,69 рад/с при t=2,04 с опозданием от электродвигателя на 0,4 с, так как максимальное значение угловой скорости электродвигателя достигает 130,51 рад/с при t=1,605 с. При этом максимальное значение угловой скорости семяотводящего шнека составляет 73,042 рад/с при t=2,04 с.

Список использованной литературы**:**

1. Мухаммадиев Д.М. Динамика машинных агрегатов пильного джина с семяотводящим устройством и конденсора пульсирующим воздушным потоком: Дис. … докт. техн. наук. - Ташкент, 2014. – 211 с.
2. Соколов М.М., Петров Л.П., Масандилов Л.Б., Ладензон В.А. Электромагнитные переходные процессы в асинхронном электроприводе. - М.: Энергия, 1967.– 200 с.
3. Мухаммадиев Д.М., Кулиев Т.М., Примов Б.Х. Экспериментальное исследование кинематики сырцового валика пильного джина с шелушильной камерой // Проблемы текстиля. – 2019, №1. С.18-25.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКРЫТОЙ ЭНЕРГИИ ДЕФОРМАЦИИ ПО КРИВОЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА

докторант Назаров Сахробжон Рахмонжонович
д.т.н., проф. Шин Илларион Георгиевич
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
(e-mail: saxrobn84@gmail.com, i.g.shin04@gmail.com)

Аннотация. *В материале приведены сведения по расчетному методу определения скрытой энергии деформации по диаграмме деформирования обрабатываемого материала по данным интенсивности напряжений в поверхностном слое деталей и механических свойств материала (модуля упругости и пластичности, предел текучести).*

Ключевые слова: *скрытая энергия, диаграмма деформирования, интенсивность напряжений, интенсивность деформаций, модуль упругости, предел текучести.*

Скрытая энергия деформации представляет научный интерес в силу нескольких обстоятельств: во-первых, для синтеза макро- и микропредставлений процесса пластической деформации металлов, являясь связующим параметром; во-вторых, для анализа физико-механической природы деформационного упрочнения, выступая как интегральный показатель качества [1] поверхностного слоя деталей; в-третьих, для исследования процессов восстановления, протекающих в поверхностном слое пластически деформированного металла. Таким образом, скрытая энергия деформации как комплексный параметр качества обработанной поверхности, безусловно, отражает и уровень остаточного напряженного состояния, характеризуемого интенсивностью напряжений $\sigma_{i\ ост}$.

Использование законов термодинамики предполагает тщательный анализ источников генерирования и трансформации энергетических потоков в процессе пластической деформации металлов. Если при решении теплофизических задач механической обработки основным предположением является эквивалентность затраченной механической энергии W и образовавшейся теплоты Q, то в вопросах аналитического определения параметров качества поверхностного слоя деталей такое предположение некорректно. До 3 % энергии, затраченной на пластическое деформирование, запасается в поверхностном слое металла в виде так называемой скрытой энергии наклепа U_s, вводимой на основе первого закона термодинамики и равной изменению внутренней энергии ΔU при деформационном упрочнении:

$$\Delta U = W - Q = U_s. \quad (1)$$

Вследствие аккумулирования в металле скрытой энергии наклепа деформированное состояние термодинамической системы является неустойчивым и при благоприятных условиях возможны возврат (отдых) и рекристаллизация, сопровождающиеся выделением скрытой энергии U_s. На данном свойстве твердых тел основывается методика экспериментального определения скрытой энергии деформации по разнице затраченной при деформации работы и выделившейся при этом теплоты или по количеству теплоты, выделившейся при нагреве деформированного металла [2]. Принцип калориметрии выделенной энергии имеет ограничение, выраженное в том, что он может быть применен лишь в пределах равномерной деформации. Для локальных и неравномерных деформаций, и особенно на стадии разрушения, калориметрический метод неприемлем. Поэтому представляется актуальным совершенствовать наряду с экспериментальными и аналитические методы оценки уровня скрытой энергии деформации U_s.

На основе результатов исследований [3, 4] и работ других авторов [5 - 7] следует заключить, что определение скрытой энергии деформации можно осуществить тремя методами: термодинамическим (на базе первого закона термодинамики); дислокационным; диаграммы деформирования (основан на использовании кривых деформирования $\sigma = f(\varepsilon)$.

Рассмотрим метод определения скрытой энергии деформации U_s на базе использования кривой деформирования $\sigma = f(\varepsilon)$, являющийся относительно простым для практический реализации. Реальные конструкционные материалы обладают микронеоднородностью деформационных свойств, которую можно учесть, допуская различные значения пределов текучести $\sigma_т$ структурных частиц.

За интегральную меру соизмеримости моделируемой микронеоднородности пластической деформации с реальной структурой и соответствующим им уровнем микронапряжений принята скрытая энергия деформации U_s, следующая из энергетических представлений процесса пластической деформации металлов. Определение скрытой энергии деформации с помощью структурной модели в виде бесконечного числа подэлементов позволяет описать диаграмму циклического деформирования любого материала (рис. 1). Так, площадь *OABD* под диаграммой деформирования есть удельная работа *A* при нагружении; *BCD* - потенциальная энергия $E_п$, возвращаемая при разгрузке *BC*. Площадь AA_1B, равняя *OKC*, определяет часть необратимой работы в цикле нагружение - разгрузка (*OABC*), соответствующей энергии микронапряжений или скрытой энергии деформации U_s.

Напряженно-деформированное состояние, формируемое в поверхностном слое изделия из сталей и сплавов при контактировании с режущим или упрочняющим инструментом, соответствует условию "простого нагружения", когда приложенные усилия возрастают пропорционально изменению одного какого-либо параметра. Тогда зависимость между интенсивностью напряжений σ_i и деформацией ε_i адекватно описывается диаграммой деформирования при одноосном растяжении-сжатии.

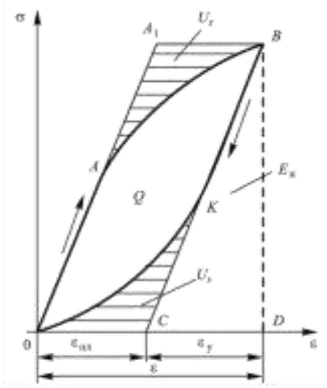


Рис. 1. Обобщенная диаграмма деформирования стержневой модели сплошной среды с бесконечным числом подэлементов

Интенсивность напряжений σ_i для данного материала при активной деформации является вполне определенной функцией от интенсивности деформации ε_i.

Определим скрытую энергию деформации U_s для материала с линейным упрочнением (рис. 1), которая в соответствии с изложенным рассчитывается как площадь участка АВК, равная площади участка OMN на диаграмме деформирования.

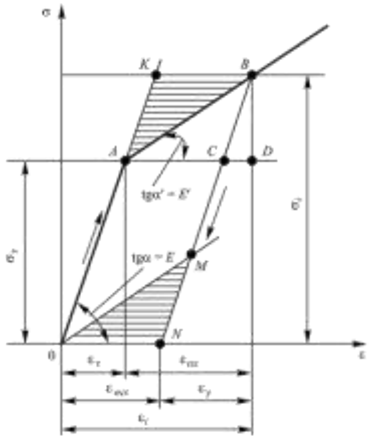


Рис. 2. К расчету скрытой энергии деформации U_s для материала с линейным упрочнением

Так как площадь участка *ABK* представляет собой половину S_{AKBC} - площади параллелограмма *AKBC*, то удельная скрытая энергия U_s определяется выражением

$$U_s = \frac{S_{AKBC}}{2} = \frac{AC \cdot BD}{2} = \frac{1}{2}\varepsilon_{\text{ост}}\left(\sigma_i - \sigma_\text{т}\right), \tag{2}$$

где $\varepsilon_{\text{ост}}$ - остаточная деформация, развиваемая при интенсивности напряжений σ_i; $\sigma_\text{т}$ - предел текучести обрабатываемого материала. Из схематизированной диаграммы (см. рис. 2) следует, что *AC* = *AD* - *CD*. Выразив это соотношение через относительные деформации, получим

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \varepsilon_{\text{пл}} - \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_\text{т}}{E}, \tag{3}$$

где $\varepsilon_{\text{пл}}$ - пластическая деформация, определяемая с помощью зависимости

$$\varepsilon_{\text{пл}} = \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_\text{т}}{E'}. \tag{4}$$

Таким образом, с учетом выражений (3) и (3) соотношение (2) преобразуется в окончательную формулу для расчета удельной скрытой энергии деформации

$$U_s = \frac{\left(\sigma_i - \sigma_\text{т}\right)^2\left(E - E'\right)}{2EE'}. \tag{5}$$

Для определения скрытой (запасенной) энергии деформации расчетным методом по формуле (5) необходимо иметь значения интенсивности напряжений σ_i по глубине поверхностного слоя, а также располагать данными по пределу текучести $\sigma_т$ или $\sigma_{0,2}$, модулями упругости и пластичности, определяемыми специальными испытаниями при растяжении образцов.

Оценка скрытой энергии деформации выполнена на примере лезвийной обработки твердого сплава *BR*15 (модуль упругости $E = 5{,}4 \cdot 10^5$ МПа, модуль пластичности $E' = 5{,}4 \cdot 10^5$ МПа, предел текучести $\sigma_т$=1880 МПа) инструментом из сверхтвердого синтетического материала – искусственного алмаза карбонадо. Для условия резания (скорость v = 20 м/мин, подача s=0,04 мм/об и глубина резания t=0,2 мм) при износе по задней поверхности h_3=0,1 мм на глубине поверхностного слоя x=0,01 мм σ_i=5600 Н/мм^2. При этих данных удельная скрытая энергия деформации составляет U_s=14,64 Н/мм^2 = 0,146 Дж/мм^3.

По значению удельной скрытой энергии деформации можно перейти к расчету технологических остаточных напряжений, формируемых в поверхностном слое деталей и являющихся основным показателем качества поверхности, влияющим на долговечность изделий в эксплуатационных условиях.

Список литературы

1. Старков В.К. Дислокационные представления о резании металлов. М.: Машиностроение, 1984. 160 с.
2. Бернштейн М.Я. Структура деформированных металлов. М.: Металлургия, 1977. 432 с.
3. Шин И.Г. Интенсивность остаточных напряжений при поверхностном пластическом деформировании деталей машин // Упрочняющие технологии и покрытия. 2010. № 2. С. 10 - 12.
4. Шин И.Г., Муминов М.Р., Шодмонкулов З.А. Определение запасенной энергии деформации при резании металлов на основе теории дислокаций // Инженерия поверхности и реновация изделий: Тез. докл. Междун. научн. техн. конф. Ялта, 2013. С. 303 - 305.
5. Кабалдин Ю.Г. Энергетические принципы управления процессами механообработки в автоматизированном производстве // Вестник машиностроения. 1993. № 1. С. 37 - 42.
6. Гохфельд Д.А., Садаков О.С. Пластичность и ползучесть элементов конструкций при повторных нагружениях. М.: Машиностроение, 1984. 258 с.
7. Лайош Катор. Метод определения изменения энергии, запасенной металлами в процессе пластического деформирования // Проблемы прочности. 1971. № 1. С. 31 - 34.

СИСТЕМЫ ТВЁРДЫХ ТЕЛ СО СТРУКТУРОЙ ДЕРЕВА

Г.З.Шаманов ТКТИ
(98) 1211903 Gulom.Shamanov.65 @mail.ru

Будем рассматривать системы, составленные из нескольких взаимодействующих абсолютно твердых тел. Тела, входящие в систему, могут взаимодействовать непосредственно или овосредствованно, через другие тела. Если тело взаимодействуют непосредственно, они называются смежными; говорят также, что они соединены шарниром. Если от одного тела системы к другому можно перейти, последовательно проходя тела и шарниры, причём ни один шарнир не проходится дважды, то соответствующая последовательность шарниров называется путем между рассматриваемыми телами.

Система тел называется системой для структурой дерева, если для любых двух тел системы существует единственный соединяющий их путь. Если же для какой-либо пары тел существует несколько соединяющих их путей, то система содержит замкнутые кинематические цепи.

Рассмотрение системы со структурой дерева имеет важное значение, так как описание структуры таких систем и составление уравнений движений проще, чем для систем общего вида; кроме того, произвольная система тел может быть приведена к системе со структурой дерева путемразрезания некторых шарниров или тел системы, а уравнения движения можно получить добавлением множителей, соответствующих удалением связи, в уровнения преобразованной системы со структурой дерева.

Выделим в системе некторое (возможно, фиктивное) тело, движущееся заданным образом относительно инерциального пространства; назовём его нулевым. Для всех тел системы, кроме нулевого, единственным образом определены предшествующие тела: это тела, соединяющих рассматриваемые тела с нулевым телом. Обозначим через **L (i) номер** тела, предшествующего i-му телу. Задание значения **L (1)……, L (n)** (где **n** – число тел системе без нулевого) полностью описывает структуру системы.

Для систем со структурой дерева введем обозначения: $\mathbf{r_i}$ – координаты центров масс тел в инерциальной системе отсчета; $\mathbf{A_i}$ – матрицы перехода от систем координат, осями которых являются главные центральные оси тел (в дальнейшем- подвижные системы), к инерциальной системе; $\upsilon_i = r_i$, ω_i – проекции угловых скоростной тел на пси подвижных систем; W_i – кососимметричные матрицы, соответствующие; ω_i m_i – массы тел; I_i-тензоры инерции тел в подвижных системах; F_i – равнодействующие активных сил, приложенных к телам, в инерциальной системе; M_i – главные моменты (относительно центров масс тел) активных сил, приложенных к телам, в подвижных системах отсчета.

Имеют место следующие соотношения:

$$r_i = r_i\,(q_{i,} Z_{L(i)}, A_{L(i)},$$

$$A_i = \bar{A_i}(q_i, A_{L(i)})$$

$$V_i = \bar{V_i}\left(q_{i,}\eta_{i,} V_{L(i),} h_L(i)\right), \qquad i = \bar{n}, \bar{m} \qquad (1)$$

$$\omega_i = W_i\,(qi, \eta\, i, \omega_L\,(l), A_{i(i)}),$$

где $q_{i\,,}$ η_i соотвеисивенно координаты и кинематические характеристики задающие положение и движение тела отнасительно тела L(i) в подвижное системе отсчета неизменно связанной с телом L(i); η_i – кинематические характеристики, описывающие движение (линейное и угловой) тела i отнасительно тела L(i) в подвижной системе тела L(i); $\bar{r}_i$, $\bar{A}_{i\,,\bar{\vartheta}_i}$, ϖ_i -функции, вид которых определяется типом шарнира между телами i и L(i).

Совокупность равенств (1) с учётом того, что $\bar{r}_i$, $\bar{A}_{i\,,\bar{\vartheta}_i}$, ω_0 является известными времени, показывает что в качестве координат кинематических характеристик тел можно использовать величины.

$$q = \left[q_1^T, q_2^T, \dots\ q_n^T\right]^T$$
$$\eta = \left[\eta_1^T, \eta_2^T, \dots\ \eta_n^T\ \right]^T \qquad (2)$$

Равентсва (1) можно переписать в виде

$$r_i = \bar{r}_i(q), (q),\ A_i = \bar{A}_i(q)$$
$$\vartheta_i = V_i(q)\eta \quad \omega_i = W_i(q)\eta \qquad (3)$$

где $\bar{r}_i$, $\bar{A}_i$,$\bar{V}_i$, ω_i - известные функции координат q.

Из (3) следует, что виртуальные перемещения системы тел определяется соотнощениями.

$$\delta_{ri} = V_i(q)\,\theta$$
$$\delta_{ri} = W_i(q)\theta \qquad (4)$$

Где δ_{ri} -векторы возможных поворотов тел; θ-независимые параметры, определяющие виртуальноеиперемещение.

Принцип Даламбера-Лагранжа для рассматриваемой системы представляется в виде [2].

$$\sum_{i=1}^{n}\left[\left(Y_i\varpi_i\, Y_i\omega_i - \mu_i\right)^T \delta_{ri} + (m_i\upsilon_i - F_i)^T \delta_{ri}\right] = 0 \qquad (5)$$

Из (5), (4) и независимости θ получаем уравнения движения

$$\sum_{i=1}^{n}\left[\left(Y_i\varpi_i\, Y_i\omega_i - \mu_i\right)^T \delta_{ri} + (m_i\upsilon_i - F_i)^T \delta_{ri}\right] = 0 \qquad (6)$$

Уравнение (6) следует рассматривать совместное с соотношениями (3) форма элиписи уровнений (3), (6) приспособлена для реализации на ЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА:

1.ВИТЕНБУРГ И. Динамика системы твердых тел. Москва, Мир, 1980, 294 стр.

2.Щульгин А.М., Зиятдинов Р.А., Супрягина И.И. Кожевников И.А., Уравнения движения систем твердых тел в избыточных координатах.

АППРОКСИМАЦИЯ СВЕРХУ ИНТЕГРАЛА ОБОБЩЕННОГО ПЕРВОГО ПРЯМОГО МЕТОДА ПРЕСЛЕДОВАНИЯ В ДИФФЕРЕНЦИАДЬНЫХ ИГРАХ

И.М. Исканаджиев, М.Дехконова
Ташкентский химико-технологический институт

В настоящее сообщение предлагаются аппроксимационные схемы для интеграла обобщенного первого прямого метода преследования в дифференциальных играх.

Используем следующие обозначения: отрезок $[0,\tau]$ обозначим через I, а $|\Delta|$ обозначает длину отрезка Δ, $\Delta \subset I$. Совокупность всех непустых компактных (замкнутых) подмножеств R^d обозначим через K^d (соответственно C^d), Ω обозначает совокупность всех разбиений ω, $\omega=\{0=\tau_0<\tau_1<...<\iota_{n-1}<\tau_n=\tau\}$ отрезка I, а $\Delta_i=[\tau_{i-1},\tau_i]$, $\delta_i=|\Delta_i|$ $|\omega|=\max\limits_{1<i<n}\delta_i$. Семейство всех измеримых замкнутозначных (соответственно компактнозначных) отображений $A(\cdot):I\to C^d$ (соответственно $A(\cdot):I\to K^d$), удовлетворяющих условию

$$\int_0^\tau A(t)dt\subset M$$

(1)

обозначим через $cl\Phi$ (соответственно $comp\Phi$).

По каждому $A(\cdot)\in cl\Phi$ построим интеграл

$$W[A(\cdot),\tau]=\int_0^\tau\bigcap_{v\in Q}[A(t)+F(t,v)]dt\ . \qquad (2)$$

Множество (2) назовем интегралом первого прямого метода преследования [1-5].

Пусть $\omega=\{0=\tau_0<\tau_1<...<\tau_{n-1}<\tau_n=\tau\}$ – произвольное разбиение отрезка I. Положим $D^\tau(M,\omega)=\sum\limits_{i=1}^n\bigcap\limits_{v\in Q}[A_i+F_i(v)]$, где $A_i=\int_i A(t)dt$, $F_i=\int_i F(t,v)dt$.

Теорема 1. Пусть $A(\cdot)\in comp\Phi$ и непрерывно на I. Тогда справедливо равенство

$$W[A(\cdot),\tau]=\bigcap_{\omega\in\Omega}D^\tau(M,\omega).$$

Пусть $\omega=\{0=\tau_0<\tau_1<...<\tau_{n-1}<\tau_n=\tau\}$ – произвольное разбиение отрезка I. . Положим $\bar{A}_i=\delta_iA(\xi_i)$, $\bar{F}_i(v)=\delta_iF(\xi_i,v)$, где $\xi_i\in\Delta_i=[\tau_{i-1},\tau_i]$. Определим множества

$$\bar{D}^\tau(\hat{M},\omega)=\sum_{i=1}^n\bar{D}_i\ ,\ \ \bar{D}_i=\bigcap_{v\in Q}[\bar{A}_i+\bar{F}_i(v)+\delta_i\Gamma(\delta_i)H],$$

где $\Gamma(\delta_i)=\alpha(\delta_i)+\gamma(\delta_i)$ и $\alpha(\cdot),\gamma(\cdot)$ –модули непрерывности отображений $A(t),F(t,v)$, соответственно.

Рассмотрим множество

$$\bar{W}[\hat{A}(\cdot),\tau]=\bigcap_{\omega\in\Omega}\bar{D}^\tau(\hat{M},\omega).$$

Теорема 2. Пусть $A(\cdot)\in comp\Phi$ и непрерывно на I. Тогда справедливо равенство

$$W[A(\cdot),\tau]=\bar{W}[\hat{A}(\cdot),\tau] \qquad (3)$$

Следствие 2. Для любого достаточно малого положительного ε найдется натуральное число $N=N(\varepsilon)$ такое, что $h\left[W[A(\cdot),\tau],\bar{D}^\tau(M,\omega_n)\right]<\varepsilon$ при всех $n>N(\varepsilon)$ $\omega_n=\{0,\delta,2\delta,...,n\delta\}$ – произвольное равномерное разбиение отрезка I диаметром $\delta=\dfrac{\tau}{n}$. Отметим, что если множество $\bar{D}^\tau(\hat{M},\omega)$ вычислим без слагаемого $\delta_i\Gamma(\delta_i)H$, то равенство (3) не имеет места.

Пример. Пусть $A(t)=H$, $C=\begin{pmatrix}0 & -1\\ 1 & 0\end{pmatrix}, Q=co\{(0,-1),(0,1)\}$, $F(t,v)=e^{tC})[P\ \ -v]$, P – отрезок в R^2 с вершинами в точках $(-2,0)$ и $(2,0)$, $\tau=\pi$, $M=\{(x,y)\big|\ x^2+y^2\le\pi^2\}$. е Из [3] следует $W[A(\cdot),\pi]=\int\limits_0^{\pi}e^{tC}Pdt=4H$.

Теперь вычислим множество $\bar{D}^{\tau}(\hat{M},\omega)$ без слагаемого $\delta_i\Gamma(\delta_i)H$. Обозначим его $\bar{D}_0^{\tau}(M,\omega)$. Пусть $\omega=\{0<\dfrac{\pi}{2}<\pi\}$ и $\xi_1=\dfrac{\pi}{4},\xi_2=\dfrac{3\pi}{4}$.Тогда

$$\bar{D}_0^{\tau}(M,\omega)=\sum_{i=1}^{2}\bigcap_{v\in Q}[A\left(\xi_i\right)\frac{\pi}{2}+F(\xi_i,v)\frac{\pi}{2}]=$$

$$=\bigcap_{v\in Q}[A\left(\xi_1\right)\frac{\pi}{2}+F(\xi_1,v)\frac{\pi}{2}]+\bigcap_{v\in Q}[A\left(\xi_2\right)\frac{\pi}{2}+F(\xi_2 v)\frac{\pi}{2}]=D_1+D_2,$$

где $D_1=\bigcap\limits_{v\in Q}[A\left(\dfrac{\pi}{4}\right)\dfrac{\pi}{2}+F(\dfrac{\pi}{4},v)\dfrac{\pi}{2}],D_2=\bigcap\limits_{v\in Q}[A\left(\dfrac{3\pi}{4}\right)\dfrac{\pi}{2}+F(\dfrac{3\pi}{4},v)\dfrac{\pi}{2}]$.

Непосредственное вычисление множеств D_1,D_2 показывает, что

$D_1=co\{(-\sqrt{2},-\sqrt{2})\dfrac{\pi}{2},(\sqrt{2},\sqrt{2})\dfrac{\pi}{2}\}$ и $D_2=co\{(-\sqrt{2},\sqrt{2})\dfrac{\pi}{2},(\sqrt{2},-\sqrt{2})\dfrac{\pi}{2}\}$.

Тогда $\bar{D}_0^{\tau}(M,\omega)=D_1+D_2=co\{(0,\sqrt{2}\pi),(0,-\sqrt{2}\pi),(\sqrt{2}\pi,0),(-\sqrt{2}\pi,0)\}$ – квадрат в R^2 с вершинами в точках $(0,\pm\sqrt{2}\pi)$ и $(\pm\sqrt{2}\pi,0)$.Отсюда следует $W[A(\cdot),\pi]\ne\bigcap\limits_{\omega\in\Omega}\bar{D}_0^{\tau}(M,\omega)$

Литература

1. Азамов А., Саматов Б.Т. О модифицированном третьем методе в задачах преследования // Сб. «Неклассические задачи математической физики» Ташкент.: Фан, 1985. – С. 174 – 184.
2. Сатимов Н.Ю. Методы решения задачи преследования в теории дифференциальных игр. – Ташкент. – Издат.Нац. библиот. Узбекис. - 2019.–230с.
3. Исканаджиев И.М. О задаче вычисления альтернированного интеграла Понтрягина // ДАН РУз. –1985. –№7. - С.4-6.
4. Исканаджиев И.М., Абдуганиев А. Об обобщение первого прямого метода преследования // Докл.АН РУз. - 2020. - №6.-С.16-20,
5. Iskanadjiev I. M. Pontryagin’s First Direct Method for Differential Inclusions // Jornal of Automation and Information Sciences. 2020. v.52. №2. pp.27 - 41.

АППРОКСИМАЦИЯ СНИЗУ ИНТЕГРАЛА ОТ МНОГОЗНАЧНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

И.М. Исканаджиев, Ш.Абдурахмонова
Ташкентский химико-технологический институт

Как известно, интеграл от многозначного отображения во многих случаях не поддается точному вычислению. Поэтому разработка новых аппроксимационных схем для их вычисления имеет важное значение. В настоящее статье излагаются одна упрощенная схема аппроксимирующая интеграл многозначного отображения снизу с заданной точности.

Используем следующие обозначения: отрезок $[0,\tau]$ обозначим через I, а $|\Delta|$ обозначает длину отрезка Δ, $\Delta \subset I$. Совокупность всех непустых компактных (замкнутых) подмножеств R^d обозначим через K^d (соответственно C^d), а coK^d (соответственно coC^d) – совокупность всех непустых выпуклых компактных (выпуклых замкнутых) подмножеств R^d.

Ω обозначает совокупность всех разбиений ω, $\omega = \{0 = \tau_0 < \tau_1 < \ldots < \iota_{n-1} < \tau_n = \tau\}$ отрезка I, а $\Delta_i = [\tau_{i-1}, \tau_i]$, $\delta_i = |\Delta_i|$, $|\omega| = \max\limits_{1<i<n} \delta_i$.

При применении первого прямого метода преследования в дифференциальных играх [1-3] основные трудности связаны с вычислением интеграла вида

$$\int_0^\tau \bigcap_{v\in Q} F(t,v)dt,. \qquad (1)$$

где $v \in Q \in K^q$, $t \in I$, $F : I \times Q \to coK^d$ – непрерывное отображение.

Теперь изложим одну аппроксимационную схему, которая аппроксимирует интеграл (1) снизу.Выберем разбиение $\omega = \{0 < \delta < 2\delta < \ldots < (n-1)\delta < n\delta = \tau\}$ из Ω. Положим

$$F_i^{-} = \bigcap_{v\in Q} (\int_i F(t,v)dt \overset{*}{-} 2\delta\gamma(\delta)H, \qquad F^{-}(\omega) = \sum_{i=1}^{n} F_i^{-},$$

$$\tilde{F}_i^{-} = \bigcap_{v\in Q} [\delta F(\xi_i, v) \overset{*}{-} \delta\, \gamma(\delta)H], \qquad \tilde{F}^{-}(\omega) = \sum_{k=1}^{m} \tilde{F}_i^{-}.$$

(Относительно операции $\overset{*}{-}$ геометрической разницы см. в [1]).

Лемма 1. Верны включения

$$\bigcup_{\delta>0} \int_0^\tau \bigcap_{v\in Q} (F(t,v) \overset{*}{-} 2\gamma(\delta)H)dt \subset \bigcup_{\omega} F^{-}(\omega) \subset \bigcup_{\omega} \tilde{F}^{-}(\omega) \subset \int_0^\tau \bigcap_{v\in Q} F(t,v)dt. \quad (2)$$

Доказательство. Пусть $\omega = \{0 < \delta < 2\delta < \ldots < (n-1)\delta < n\delta = \tau\}$ – равномерное разбиение из Ω. Сначала докажем, что

$$\int_i \bigcap_{v\in Q} (F(t,v) \overset{*}{-} 2\gamma(\delta)H)dt \subset \bigcap_{v\in Q} (\int_i F(t,v)dt \overset{*}{-} 2\delta\gamma(\delta)H) \qquad (3)$$

Выберем произвольный элемент x из левой части этого включения , т.е.

$$x \in \int_i \bigcap_{v\in Q} (F(t,v) \overset{*}{-} 2\gamma(\delta)H)dt\,.$$

Тогда $$x = \int_i f(t)dt,\ f(t) \in F(t,v) \overset{*}{-} 2\gamma(\delta)H$$

при любом $v \in Q$, где $f(t)$ - измеримый однозначный селектор отображений $\bigcap_{v\in Q}(F(t,v)\overset{*}{-}2\gamma(\delta)H)$. Отсюда имеем $f(t)+2\gamma(\delta)H \subset F(t,v)$ при любом $v\in Q.$

Интегрируя это включение по отрезку Δ_i, получим

$$\int_i f(t)dt + 2\delta\gamma(\delta)Hdt \subset \int F(t,v)dt \text{ при любом } v\in Q\ .$$

Отсюда следует $x \in \int_i F(t,v)dt \overset{*}{-} 2\delta\gamma(\delta)H$. В силу произвольности $v\in Q$ имеем

$$x \in \bigcap_{v\in Q}(\int_i F(t,v)dt \overset{*}{-} 2\delta\gamma(\delta)H).$$

Включение (3) доказано.

Аналогично устанавливаются следующие включения

$$\bigcap_{v\in Q}(\int_i F(t,v)dt \overset{*}{-} 2\delta\gamma(\delta)H) \subset \bigcap_{v\in Q}[\delta F(\xi_i,v)\overset{*}{-}\delta\,\gamma(\delta)H] \qquad (4)$$

$$\bigcap_{v\in Q}[\delta F(\xi_i,v)\overset{*}{-}\delta\gamma(\delta)H] \subset \int_i \bigcap_{v\in Q} F(t,v)dt \qquad (5)$$

Суммируя включения (3), (4), (5) получим

$$\int_\Delta \bigcap_{v\in Q}(F \subset (t,v)\overset{*}{-}2\gamma(\delta)H)dt \subset \sum_{i=1}^{n}\bigcap_{v\in Q}(\int_i F(t,v)dt \overset{*}{-} 2\delta\gamma(\delta)H).$$

$$\sum_{i=1}^{n}\bigcap_{v\in Q}(\int_i F(t,v)dt \overset{*}{-} 2\delta\gamma(\delta)H) \subset \sum_{i=1}^{n}\bigcap_{v\in Q}[\delta F(\xi_i,v)\overset{*}{-}\delta\,\gamma(\delta)H],$$

$$\sum_{i=1}^{n}\bigcap_{v\in Q}[\delta F(\xi_i,v)\overset{*}{-}\delta\,\gamma(\delta)H] \subset \int_\Delta \bigcap_{v\in Q} F(t,v)dt\ .$$

Отсюда заключаем

$$\int_\Delta \bigcap_{v\in Q}(F(t,v)\overset{*}{-}2\gamma(\delta)H)dt \subset F^{-}(\omega) \subset$$

$$\subset \tilde{F}^{-}(\omega) \subset \int_\Delta \bigcap_{v\in Q} F(t,v)dt.$$

Переходя к операции объединения по всем $\omega\in\Omega$ в этих включениях, получим

$$\bigcup_{\delta>0}\int_\Delta (F(t,v)\overset{*}{-}2\gamma(\delta)H)dt \subset \bigcup_{\omega\in\Omega}F^{-}(\omega) \subset \bigcup_{\omega\in\Omega}\tilde{F}^{-}(\omega) \subset \int_\Delta \bigcap_{v\in Q}F(t,v)dt.$$

Это и требовалось доказать.

На основе леммы 1 доказывается следующая

Теорема1.. Если $Int(\bigcap_{v\in Q}F(t,v)) \neq \varnothing$, то

$$\bigcup_{\delta>0}\int_\Delta \bigcap_{v\in Q}(F(t,v)\overset{*}{-}2\gamma(\delta)H)dt = \bigcup_{\omega\in\Omega}F^{-}(\omega) = \bigcup_{\omega\in\Omega}\tilde{F}^{-}(\omega) = \int_\Delta \bigcap_{v\in Q}F(t,v)dt.$$

Литература

1. Понтрягин Л.С. Линейные дифференциальные игры преследования //Матем. сб. – 1980. – Т.112. – № 3. – С. 307 – 330.

2. т Азамов А. О втором методе Понтрягина в линейных дифференциаль-ных играх преследования // Матем.сб. -1982. - Т.118, - № 3(7). - С.422-430.

3. Iskanadjiev I. M. Pontryagin's First Direct Method for Differential Inclusions // Jornal of Automation and Information Sciences. 2020. v.52. №2. pp.27 - 41.

ЖИН АРРАЛИ ЦИЛИНДР МАШИНА АГРЕГАТИНИНГ ҲАРАКАТ ТЕНГЛАМАЛАРИНИ ЕЧИШ

Примов Б.Х., Ибрагимов Ф.Х.
Тошкент кмиё-технология институти Озиқ-овқат саноати машина ва жиҳозлари-механика асослари кафедраси
Тошкент шаҳри. +998983133075, farkhod.ibragimov.1985@mail.ru

Машина агрегатларини тадқиқ қилишда двигатель характеристикаларини тўғри танлаш муҳим аҳамиятга эга. Ҳозирги вақтда асинхрон двигателларнинг статик, чизиқлаштирилган динамик, аниқлаштирилган динамик ва механик-динамик характеристикалари қўлланилмоқда. Истиқболли йўналишлардан бири бўлиб двигателда содир бўлаётган магнитли ўтиш жараёнларни ўрганиш ва уларни дифференциал тенгламалар системаси орқали ифода қилиш намоён бўлмоқда. Шунинг учун, аррали цилиндрнинг динамик параметрларини тадқиқ қилишда биз А.Е.Левин [1] томонидан таклиф қилинган асинхрон двигателнинг динамик-механик характеристикасини қўлладик:

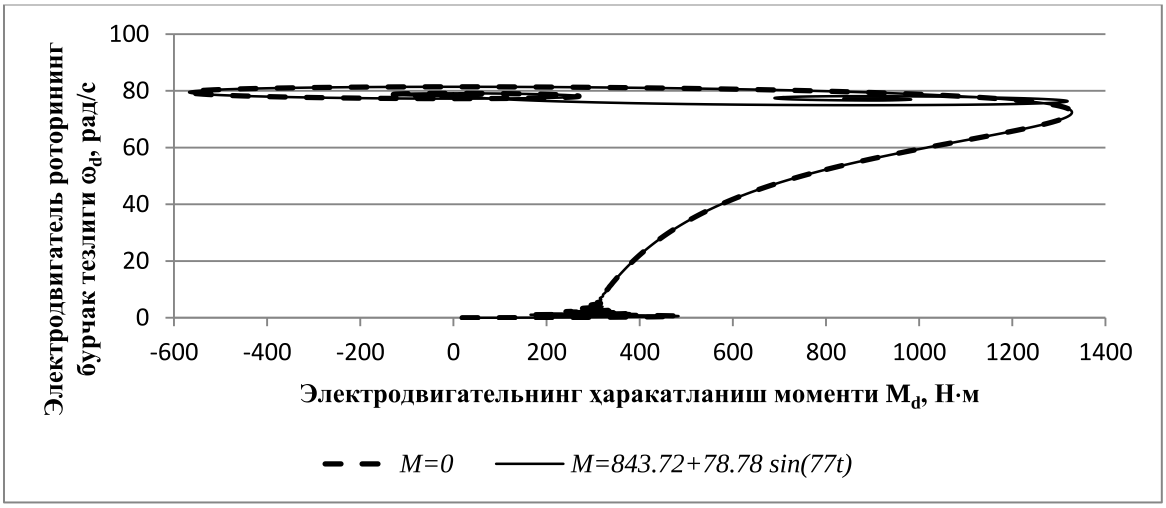
$$\dot{M}_D = (\omega_c - P\dot{\varphi}_D)\psi - \frac{M_D}{T_Э}; \qquad \dot{\psi} = \frac{(2M_k - \psi)}{T_Э} - (\omega_c - P\dot{\varphi}_D)M_D. \tag{1}$$

бу ерда $T_Э = (\omega_c S_k)^{-1}$ – двигатель вақтининг электромагнит доимийси, с; S, S_k – мос равишда двигатель роторининг сирпаниши ва унинг чегаравий қиймати; $\psi = S_k \dfrac{(M_D + T_Э \frac{dM_D}{dt})}{S}$ - ёрдамчи ўзгарувчи, *Н·м*.

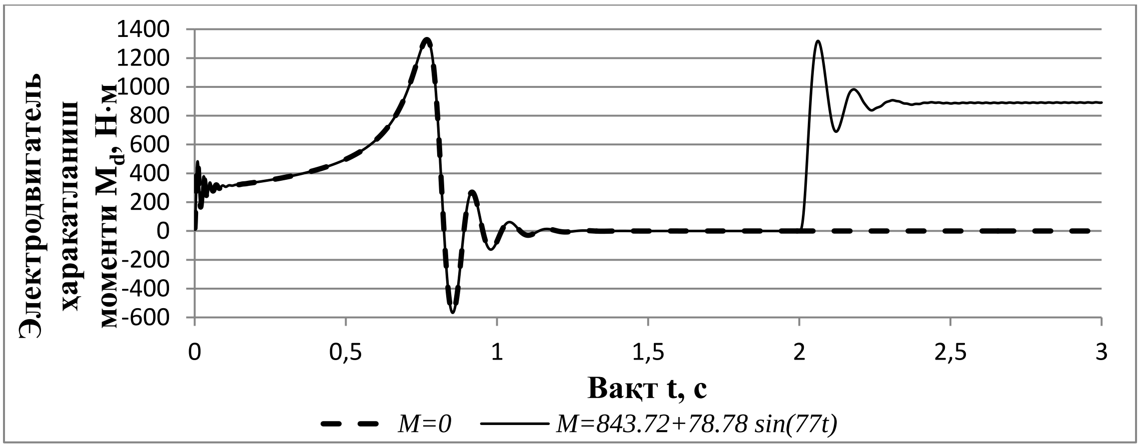
Сўнгра 4А280М8УЗ [2] асинхрон двигател паспортидаги параметрлар ва коэффициентларни аниқлаймиз: N_D=75 *кВт* – двигателнинг номинал қуввати; n_D=735 *айл/мин* – двигатель роторининг номинал айланиш сони; M_K=1948,8 *Н·м* – двигатель ротори валидаги чегаравий момент; $M_H=M_K/2$=974,4 *Н·м* - двигатель ротори валидаги номинал момент; f_c=50 *Гц* – тармоқ частотаси; U_m=220 *В* – фазанинг номинал кучланиши; η=0,925 – двигатель ФИК; $cos\varphi$=0,85 – двигатель қувватининг номинал коэффициенти; ω_{D0}=78,54 c^{-1} – двигатель роторининг синхрон айланиш частотаси; S_H=0,02 – двигатель сирпанишининг номинал қиймати; S_k=0,07464 – двигатель сирпанишининг чегаравий қиймати; P=4 – қутблар жуфти сони; $I_{Dн.ф.}$=144,53 *А* – номинал фазали ток; τ_D=4,20 $кг·м^2$ – двигатель ротори инерциясининг жамлама моменти.

5ДП-156 турдаги жиннинг аррали цилиндрининг машина агрегатини тадқиқ қилиш учун аррали цилиндрнинг инерция моменти τ_2=1,244 $кг·м^2$ тезланиш усули билан, аррали цилиндрнинг айланиб турган валига таъсир этувчи $M=M_{cp}+M_0\ sin(\pi\omega_2 t\varphi_{20})$ технологик юклама (бу ерда M_{cp}=843,72 *Н·м*; M_0=78,78 *Н·м*; $\omega_2=\pi·735/30$ *рад/с*; t – вақт; φ_{20} – бошланғич фаза), сўнгра ҳисоблаш йўли билан c=23065,2 *Н·м/рад* бикрлик ва $в$=128,5346 *Н·м·с/рад* диссипация коэффициенти тажриба йўли билан аниқланган [3].

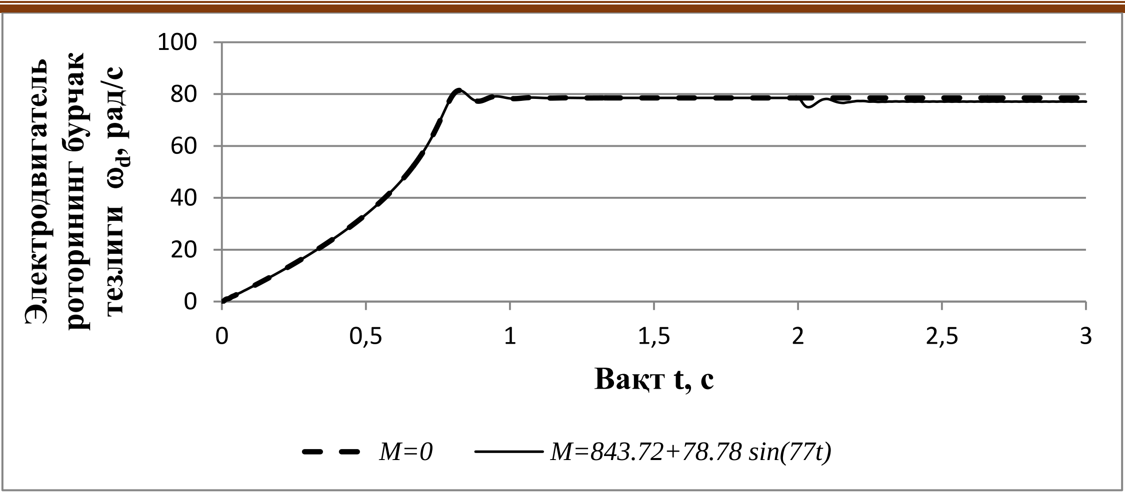
Электродвигатель ва аррали цилиндрнинг юргизиш (пуск) ни ўрганиш учун ЭҲМ да, юргизувчи (приводной) двигатель 1) характеристикасига эга бўлган аррали цилиндрнинг машина агрегатининг ҳаракат тенгламалари ечилган. $S=d^2\varphi/dt^2=F(t, \varphi, \varphi')$ иккинчи тартибдаги дифференциал тенглама учун Δt^4 хатоликка эга бўлган Рунге-Кутта сонли усулидан фойдаланилган. Юргизувчи (приводной) двигатель характеристикасига эга бўлган (1) аррали цилиндр машина агрегатининг ҳаракат тенгламаси (4.15), салт ҳолатда юриб турган (холостой) (M=0) ва технологик юклама остидаги ($M=843,72+78,78\ \sin(\pi\omega_2 t)$) тезланиш режимида электродвигател роторининг бурчак тезлик (1-расм) ва вақт (2-расм) функциясида асинхрон двигатель ҳаракат моментининг ўзгариш қонуниятини аниқлаш имконини берди. Бундан ташқари, бурчак тезлик (3-расм), тезланиш (4-расм) ва юкламасиз юргандаги (M=0) ҳамда технологик ($M=84,72+78,78\ \sin(\pi\omega_2 t)$) юклама билан ҳаракатлангандаги тезланиш режимларидаги каби вақт функциясида электродвигателнинг сарф қилаётган қуввати (3-расм) ўзгаришлари қонуниятлари белгиланган [4].



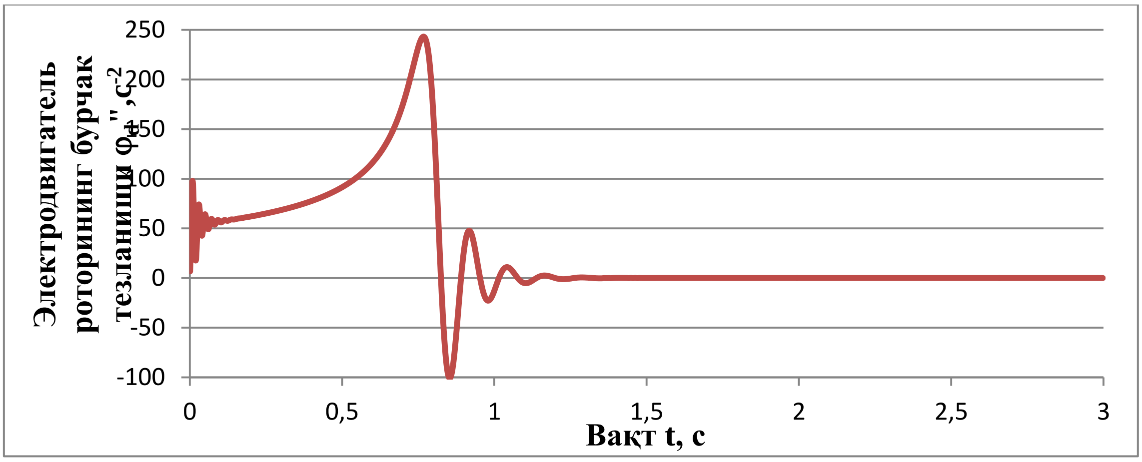
1-расм. Двигатель ротори бурчак тезлигининг асинхрон электродвигатель ҳаракат моментига боғлиқ ўзгариши



2-расм. Электродвигатель қувват сарфининг вақтга боғлиқ ўзгариши



3-расм. Электродвигатель ротори бурчак тезлигининг вақтга боғлиқ ўзгариши



4-расм. Электродвигатель ротори бурчак тезланишининг вақтга боғлиқ ўзгариши

Графикларни таҳлил этиш натижалари (1-4 расмлар) кўрсатадики: электродвигателнинг максимал ҳаракат моменти 1328,146 *Н·м* ни ташкил қилади, ўтиш жараёни эса 1,88 *с* давомида содир бўлади, аррали цилиндр бурчак тезланишининг максимал қиймати t=0,767 *с* бўлганда 243,154 *рад/с*^{2} га етади, бурчак тезланишининг ўзгариш қонуниятини эса қуйидаги функция кўринишида ифодалаш мумкин:

$$\ddot{\varphi}(t) = 2102{,}9t^3 - 2218{,}6t^2 + 825t - 32{,}909 \qquad t \in [0{,}17\,c,\;\; 0{,}767\,c]. \tag{4.17}$$

$$\ddot{\varphi}(t) = \frac{75\sin(50(t-0{,}767))}{e^{15(t-0{,}767)}} \qquad t \in [0{,}767\,c,\; 1{,}1\,c]. \tag{4.18}$$

Аниқландики, эластик-диссипатив параметрлар (*с* ва *в*) ва электродвигатель инерция моменти ошган сари тезланиш (разгон) вақти мос равишда 2,63 ва 2,14 дан 2,0 *с* гача пасаяди, аррали цилиндр инерция моменти ортиши билан тезланиш вақти 2,0 дан 2,23 с гача ортади (4-расм). Умуман олганда, машина агрегатлар кўринишидаги машиналарни ўрганиш электродвигатель юргизиш (пуск) динамикаси ва жин аррали цилиндри валининг айланма тебранишларини белгилаш имконини берди. Тўпланган параметрли аррали цилиндр машина агрегатини ўрганиш шуни кўрсатдики, электродвигателнинг чегаравий ҳаракат моменти 1328,146 *Н·м* ни ташкил қилади, ўтиш жараёни 1,88 *с* вақт ичида бўлиб ўтади, аррали цилиндр бурчак тезланишининг максимал қиймати t=0,767 *с* бўлганда 243,154 *рад/с*^{2} га етади. Аниқландики, аррали цилиндр инерция моменти 40% гача ортганида электродвигателнинг тезланиш вақти 11,5% гача ортади, электродвигатель инерция моменти ва юритманинг эластик-диссипатив параметрлари 60% гача пасайганда тезланиш вақти мос равишда 24 ва 6,5 % га ортади.

Адабиётлар:

4. Левин А.Е. Математическое моделирование приводов машин-орудий // Сб. науч. тр. по теории механизмов и машин. Алматы: Наука Казахстана, 1977. – С. 259–260.
5. Кравчик А.Э и др. Асинхронные двигатели серии 4А. – М.: Энергоиздат, 1982. – 504 с.
6. Мухаммадиев Д.М. Динамика машинных агрегатов пильного джина с семяотводящим устройством и конденсора пульсирующим воздушным потоком: Дисс. … докт. техн. наук. – Ташкент, 2014. – 211 с.
7. Д.М.Мухаммадиев, Т.М.Кулиев, Б.Х.Примов. Экспериментальной исследование кинематика сырцового валика пильного джина с шелушильной камерой // Проблемы текстиля. Ташкент. 2019. № 2. – С. 17-24.

АРРАЛИ ЖИН КОЛОСНИГИ АЛМАШИНУВЧИ ЭЛЕМЕНТНИНГ ЭГИЛИШИНИ ТАЖРИБАВИЙ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Мухаммадиев Д.М[1]., Ахмедов Х.А[2]., Эргашев Д.Ш[3].

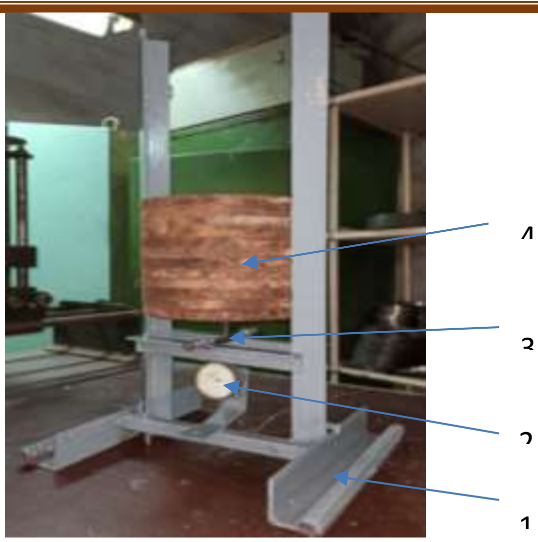
Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти
Тошкент шаҳри. +998909335256, hamidullaakhmedov009@gmail.com[1]
Тошкент Давлат техника университети Олмалиқ филиали
Олмалиқ шаҳри[2]

Маълумки, пахта тозалаш корхонасининг асосий машинаси бўлган аррали жинларда бир қанча асосий ишчи қисмлар мавжуд. Шу қисмлардан бири колосниклардир. Бизнинг илмий тадқисотларимиз айнан колосникларни такомиллаштиришга қаратилган. Колосникнинг ишлаб чиқариш жараёнида ишчи зонасини ейилиши ва ишдан чиқиши арра ва пахта билан контактда бўлиши натижасида содир бўлади. Ейилган колосник бутун бошли яроқсизга чиқариш ўрнига ишчи зонасини ўзига алмашинувчи элемент таклиф қилинди. Колосник танасини ўзи эса ишлаш муддати оширилди [1].

Алмашинувчи элементнинг эгилишини тадқиқ этиш учун махсус лаборатория қурилмаси тайёрланди (1-расм). Лаборатория қурилмаси таянч 1, индикатор 2, алмашинувчи элемент 3 ва юк 4 дан иборат. Тажриба натижалари 1–жадвалда ва 2-расмда келтирилган [2].

Ст.3сп маркали пўлатдан тайёрланган 4 мм қалинликдаги алмашинувчи элементнинг

ГОСТ 535-2005 бўйича механик хоссалари статик кучланиш, узилишга қаршилик ва қолдиқ деформациянинг оқувчанлик чегараси рухсат этилган миқдорларидан кам эканлиги аниқланди .



1 - қурилма таянчи; 2 - индикатор; 3 - алмашинувчи элемент; 4 - юк

1–расм. Алмашинувчи элементнинг эгилишини тадқиқ этувчи лаборатория қурилмаси

2.1-жадвал

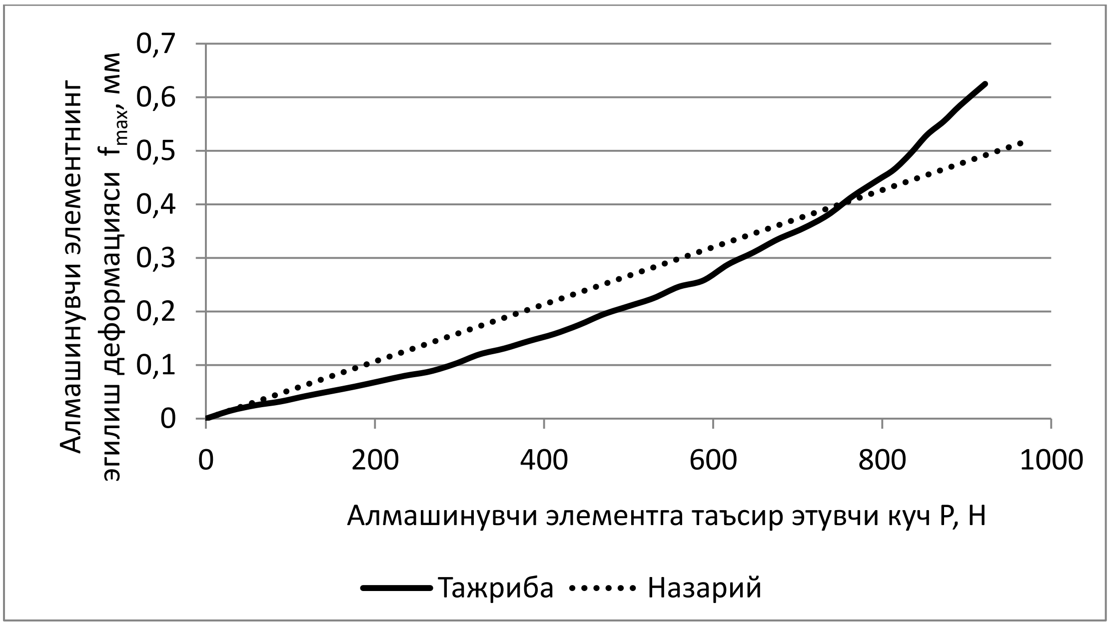
Алмашинувчи элемент эгилишининг тажрибавий натижалари

№	m, кг	P, H	f_{max}, mm
1	0	0	0
2	3	29,418	0,015
3	6	58,836	0,025
4	9	88,254	0,032
5	12	117,672	0,042
6	15	147,09	0,051
7	18	176,508	0,06
8	21	205,926	0,07
9	24	235,344	0,08
10	27	264,762	0,088
11	30	294,18	0,102
12	33	323,598	0,12
13	36	353,016	0,131
14	39	382,434	1,45
15	42	411,852	0,158
16	45	441,27	0,175
17	48	470,688	0,195
18	51	500,106	0,21
19	54	529,524	0,225
20	57	558,942	0,246
21	60	588,36	0,258
22	63	617,778	0,288
23	66	647,196	0,31

24	69	676,614	0,335
25	72	706,032	0,355
26	75	735,45	0,38
27	78	764,868	0,415
28	81	794,286	0,445
29	83	813,898	0,465
30	85	833,51	0,495
31	87	853,122	0,53
32	89	872,734	0,555
33	91	892,346	0,585
34	94	921,764	0,625

Алмашинувчи элементни эгиш операциясини бажаришда ҳар доим материалнинг эластик деформацияси мавжудлигини ҳисобга олиш керак.

Алмашинувчи элемент кўндаланг кесимининг (тўғри тўртбурчак) нейтрал ўққа нисбатан инерция моменти J_y=7.573·10^{-11} м^4 ҳисобланди [3].



2–расм. Алмашинувчи элементнинг *P* куч таъсирида f_{max} эгилиш деформациясининг ўзгариш қонуниятлари

Ст.3сп маркали пўлатдан тайёрланган алмашинувчи элемент ГОСТ 535-2005 бўйича механик хоссалари ташқи σ_1 ва ички σ_2 тола қатламлари учун рухсат этилган статик кучланишдан 4.36 марта, узилишга қаршилик – 1.33 марта ва қолдиқ деформациянинг оқувчанлик чегараси – 2.56 мартага ортиқлиги аниқланди.

Тажрибалар ўтказиш натижасида алмашинувчи элементнинг *P* куч таъсирида эгилиш деформацияси f_{max} назарий тадқиқда чизиқли боғланишга эга эканлигини, тажрибавий тадқиқотда эса ночизиқ боғлиқлик бўлиб, унинг қиймати *P*=921,764 Н эгувчи кучда f_{max}= 0,625 мм тенг эканлиги аниқланди. Алмашинувчи элементнинг эгилишдаги деформациясини назарий ҳисоблаш натижалари ва тажрибавий қийматлари ўртасидаги фарқ 8.5% ни ташкил этди.

Алмашинувчи элементни эгиш кучи 500 Н дан 2000 Н гача ўзгартирилганда қолдиқ эгрилик радиуси $\rho_{кол}$ 2.03 мм дан 2.14 мм гача, алмашинувчи элементнинг орқага қайтиш бурчаги $\alpha_{кол}$ эса 0.007° дан 0.03° гача ортиши аниқланди. Тавсия этилган алмашинувчи элемент ўлчамларида қолдиқ эгрилик радиуси $\rho_{кол}$=0.1246 м, алмашинувчи элементнинг орқага қайтиш бурчаги эса $\alpha_{кол}$=0.0178° ни ташкил этиши аниқланди.

Адабиётлар:

8. Котов Д.А., Тютин П.Н., Меламедов Р.Ю. О качестве изготовления джинных колосников. Р.Ж. Хлопковая промышленность, №3, 1971, с. 15-18.

9. Мухаммадиев Д.М., Ахмедов Х.А., Ибрагимов Ф.Х. Исследования новой конструкции стального колосника пильного джина // «Механика муаммолари».–Тошкент, 2013. – №3-4. – Б. 131–135.

10. Мухаммадиев Д.М., Эргашев И.О., Ахмедов Х.А., Мухаммадиев Т.Д. Определение технологических параметров гибки вставки для колосника пильного джина// Проблемы механики. Ташкент. 2020, №3. С.47–50.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДИССИПАТИВНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Тешаев М.Х., Райимов Д.Г., Хомидов Ф.Ф., Ахмедов М.Ш., Сафаров У.И.
Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан

В работе рассматривается задача об оптимальном выборе параметров динамических гасителей с двумя степенями свободы.

Современные измерительные приборы и точные технологические оборудования часто нуждаются в эффективной защите от вибраций [1–4]. Методы защиты от вибраций электронной аппаратуры (ЭА), устанавливаемой на подвижных объектах, подразделяются на пассивные, обеспечивающие виброзащиту РЭС без дополнительных источников энергии и активные, работающие только при дополнительном внешнем источнике энергии [1-3].

Пусть система без гасителей имела резонансные частоты ω_1 и ω_2 причем, $\omega_1^2 : \omega_2^2 = 1 : n.$ После установки k гасителей по перемещению и по углу система будет иметь $2(k+1)$ резонансных частот $\omega_1', \omega_2' ..., \omega_e' ,..., \omega_{2(k+1)}'$. Будем считать гашение на частоте ω_1 оптимальным, если достигается

$$M = \max\min\left|\omega_1 - \omega_e'\right|(e = 1,2,...,2(k+1)) \quad , \qquad (1)$$

т.е. когда пики резонансной кривой системы с гасителями максимально отодвигаются от частоты.

Воспользуемся методом комплексных амплитуд. Пусть на рассматриваемую систему (рис.1) действует вынуждающая сила $F_0 e^{i\omega t}$ и момент $M_0 e^{i\omega t}$.

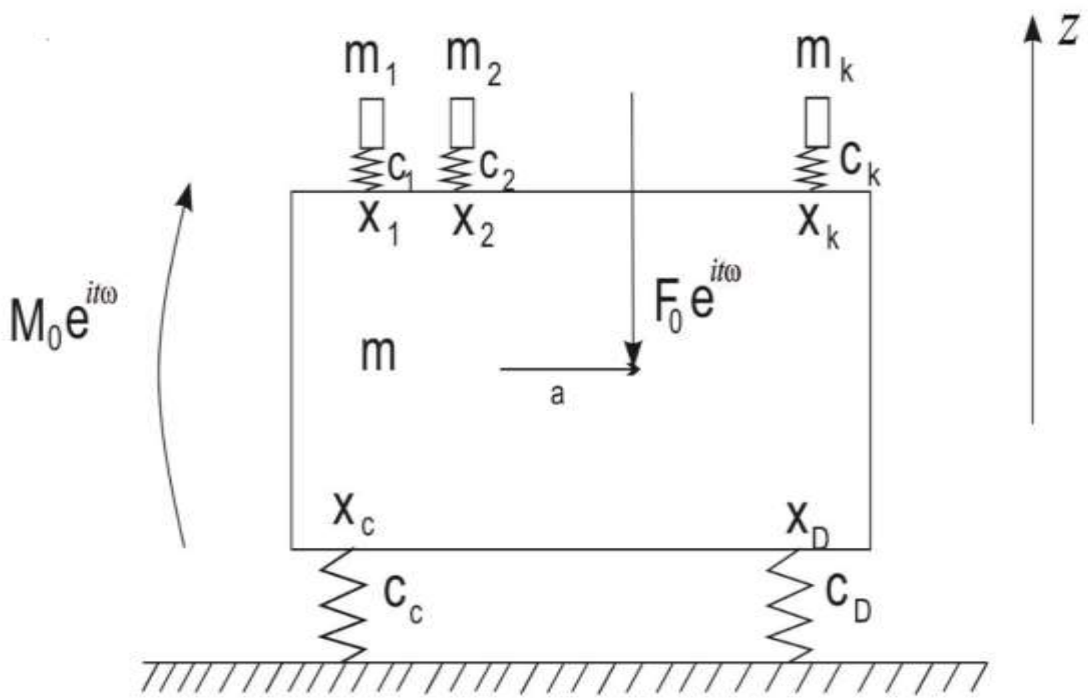


Рис.1.Расчетная схема

Движение твердого тела будем описывать движением точки O по оси z и поворотом φ около точки O. Положения гасителей определяются координатами $z_s(s=1,...,k)$. Расстояния отсчитываем по оси x от центра O. Примем следующие обозначения:

O -центр масс подамортизированного твердого тела; a -расстояние от центра масс до линии действия вынуждающей силы; x_c, x_d - координаты опор;

$x_1, x_2, ..., x_k$ -координаты установки гасителей; m -масса основного тела; $m_1, m_2, ..., m_k$ -массы гасителей; c_c, c_d, c_s -коэффициенты жесткости опор и гасителей по оси z; h_c, h_d, h_s -коэффициенты трения опор и гасителей по оси z; k_s -коэффициенты жесткости гасителей по φ;

r_s - коэффициенты трения гасителей по φ; R, R_s -радиусы инерции основной массы около точки O и гасителей около точек прикрепления их к основному телу, соответственно, $s=1,2,...,k;\ \omega$ -круговая частота вынуждающей силы и момента.

В линейной постановке, движение системы (рис.1) описывается уравнениями:

$$\begin{cases} m\ddot{z}+c_c(z+x_c\varphi)+c_d(z+x_d\varphi)+\sum_{s=1}^{k}c_s\left[(z+x_s\varphi)-z_s\right]+ \\ +h_c(\dot{z}+x_c\dot{\varphi})+h_d(\dot{z}+x_d\dot{\varphi})+\sum_{s=1}^{k}h_s\left[(\dot{z}+x_s\dot{\varphi})-\dot{z}\right]=F_0e^{i\omega t} \\ mR^2\ddot{\varphi}+x_cc_c(z+x_c\varphi)+x_dc_d(z+x_d\varphi)+\sum_{s=1}^{k}x_sc_s\left[(z+x_s\varphi)-z_s\right]+ \\ +\sum_{s=1}^{k}k_s(\varphi-\varphi_s)+h_cx_c(\dot{z}+x_c\dot{\varphi})+h_dx_d(\dot{z}+x_d\dot{\varphi})+\sum_{s=1}^{k}r_s(\dot{\varphi}-\varphi_s)+ \\ \sum_{s=1}^{k}h_sz_s\left[(\dot{z}+x_s\dot{\varphi})-\dot{z}_s\right]=(M_0+F_0e^{i\omega t}) \\ m_s\ddot{z}_s+c_s\left[z_s-(z+x_c\varphi)\right]+h_s\left[z_s-(\dot{z}+x_s\dot{\varphi})\right]=0 \\ m_sR_s^2\ddot{\varphi}+k_s(\varphi_s-\varphi)+r_s(\dot{\varphi}_s-\varphi)+c_sx_s\left[z_s-(z+x_s\varphi)\right]+ \\ +x_sh_s\left[\dot{z}_s-(\dot{z}+x_s\dot{\varphi})\right]=0,(s=1,2,...,k) \end{cases}$$

(2)

Решение дифференциальных уравнений (2) ищется в виде

$$z=Ze^{i\omega t},z_s=Z_se^{i\omega t},\varphi=\phi e^{i\omega t},\varphi_s=\phi_se^{i\omega t} \tag{3}$$

Подставляя (3) в (2), приходим к алгебраической системе уравнений относительно амплитуд

$$\begin{cases} Z\left[(-m\omega^2+c_c+c_d+\sum c_s)\right]+i\omega(h_c+h_d+\sum h_s)+ \\ +\phi\left[(c_cx_c+c_dx_d+\sum c_sx_s)+i\omega(h_cx_c+h_dx_d+\sum h_sx_s)\right]- \\ -\sum(c_s+i\omega h_s)z_s=F_0 \\ Z\left[(c_cx_c+c_dx\ \ +\sum c_sx_s)+i\omega(h_cx_c+h_dx_d+\sum h_sx_s)\right]+ \\ +\phi\left[(-mR^2\omega^2+c_cx_c^2+c_dx_d^2+\sum(k_s+c_sx_s^2))+i\omega(h_cx_c^2+h_dx_d^2+\sum(r_s+h_sx_s^2))\right]- \\ -\left[(c_sx_s+i\omega h_sx_s)z_s-\sum(k_s+i\omega r_s)\phi_s\right]=M_0+F_0a \\ z(c_s+i\omega h_s)+\phi(c_sx_s+i\omega h_sx_s)-z_s(-m_s\omega^2+c_s+i\omega h_s)=0 \\ z(c_sx_s+i\omega h_sx_s)+\phi(k_s+c_{S}x_s^2+i\omega(r_s+h_sx_s^2))- \\ -z_s(c_sx_s+i\omega h_sx_s)-\phi_s(k+i\omega r_s-m_sR_s^2\omega^2)=0 \end{cases}$$

(4)

Чтобы выяснить, какие гасители более эффективны (по координате или по углу) и какое количество гасителей достаточно для гашения колебаний по обеим координатам твердого тела одновременно, рассмотрим случай без трения. Тогда уравнения (4) принимают вид

$$\begin{cases} z(-m\omega^2 + c_c + c_d + \sum \dfrac{m_s a_s^2 \omega^2}{\omega^2 - a_s^2}) + \\ + \phi(c_c x_c + c_d x_d + \sum \dfrac{m_s x_s a_s^2 \beta_s^2 \omega^2}{\omega^2 - a_s^2}) = F_0 \\ z(c_c x_c + c_d x_d + \sum \dfrac{m_s x_s a_s^2 \omega^2}{\omega^2 - a_s^2} + \dfrac{m_s x_s a_s^2 \beta_s^2 \omega^2}{(\omega^2 - a_s^2)(\omega^2 - \beta_s^2)}) + \\ + \phi(-mR^2\omega^2 + c_c x_c^2 + c_d x_d^2 + \sum (\dfrac{m_s x_s a_s^2 \omega^2}{\omega^2 - a_s^2} + \\ + \dfrac{m_s \beta_s^2 R_s^2 \omega^2}{\omega^2 - \beta_s^2} + \dfrac{m_s x_s a_s^2 \beta_s^2 \omega^2}{(\omega^2 - a_s^2)(\omega^2 - \beta_s^2)}) \Big] = M_0 + F_0 a \end{cases} \quad (5)$$

Очевидно, что a_s и β_s будут при этом действительными.

1. Рассмотрим случай kгасителей по φ, т.е. $a_s = 0$ для $s = 1,2,...,k$. При этом

$$\beta_s \to \omega^2, \phi \to 0, z = \frac{\Delta z}{\Delta} \to \frac{F_0}{-m\omega^2 + c_c + c_d} \neq 0$$

т.е., ни при каком числе гасителей по φ не будет гашения колебаний основного тела по z.

2. Рассмотрим случай k гасителей по φ и одного гасителя по z, т.е. например, $a_2,...,a_k = 0$. При произвольной установке гасителей по координате и при $a_1^2 \to \omega^2, \beta_s^2 \to \omega^2$, получаем, что, вообще говоря, $z = \dfrac{\Delta z}{\Delta} \neq 0, \phi = \dfrac{\Delta \phi}{\Delta} \neq 0$. Но оказывается, если гаситель по координате будет установлен в точке с координатой $a_0 = \dfrac{F_0 a + M_0}{F_0}$, то из (6) получаем $z = 0, \phi = 0$. Интересно, что гашение по обеим координатам будет достигаться, даже если убрать гасители по углу и оставить один гаситель по координате в точке $x = a_c$.

В этом случае из (6) имеем

$$\Delta = \frac{m_s a_s^2 \omega^2}{\omega^2 - a_s^2}\left[-m\omega^2(R^2 + x_s^2) + c_c(x_s - x_c)^2 + c_d(x_s - x_d)\right]$$

$$\Delta z = \frac{m_s x_s a_s^2 \omega^2}{\omega^2 - a_s^2} F_0 (x_s - \frac{M_0 + F_0 a}{F_0}) \qquad \Delta \phi = -\frac{m_s a_s^2 \omega^2}{\omega^2 - a_s^2} F_0 (x_s - \frac{M_0 + F_0 a}{F_0})$$

Во всех выкладках мы пренебрегали членами, не содержащими $\dfrac{1}{\omega^2 - a_1^2}$, т.к. $a_1^2 \to \omega^2$.

Отсюда видно, что если гаситель стоит в точке $x_1 = a_0$, то $z = 0, \phi = 0$.

Оптимальность виброзащиты определяется коэффициентом гашения ($К_G$),который в данном случае определяется как отношение наибольшего отклонения главной массы в отсутствие гасителя к соответствующей величине при наличии оптимально настроенного гасителя (рис. 2).

3.Рассмотрим случай 2-х гасителей по координате. Пуст

$$a_3,...,a_k = 0; \beta_1,...,\beta_k = 0.$$

Покажем, что этот случай двух гасителей является достаточным для гашения по обеим координатам (разумеется, если гасители установлены в разных точках). Из (6) получаем

$$\Delta = \frac{m_1 m_2 a_1^2 a_2^2 \omega^4}{(\omega^2 - a_1^2)(\omega^2 - a_2^2)}(x_1 - x_2)^2 + A, \quad \text{где } A \approx \frac{1}{\omega^2 + a_s^2}. \text{ Значить,}$$

$$\Delta \approx \frac{1}{(\omega^2 - a_1^2)(\omega^2 - a_2^2)} \to \infty \text{ при } a_1^2 \to \omega^2, a_2^2 \to \omega^2. \text{ Для } \Delta z \text{ и } \Delta\phi \text{ при}$$

$a_1^2 \to \omega^2, a_2^2 \to \omega^2$, получаем $\Delta z \approx \Delta\phi \approx \dfrac{1}{\omega^2 + a_s^2}$. Откуда следует $\dfrac{\Delta z}{\Delta} \to 0, \dfrac{\Delta\phi}{\Delta} \to 0$.

Приходим к выводу, что гасители z наиболее эффективны, и, поэтому, в случае с трением будем рассматривать только такие гасители.

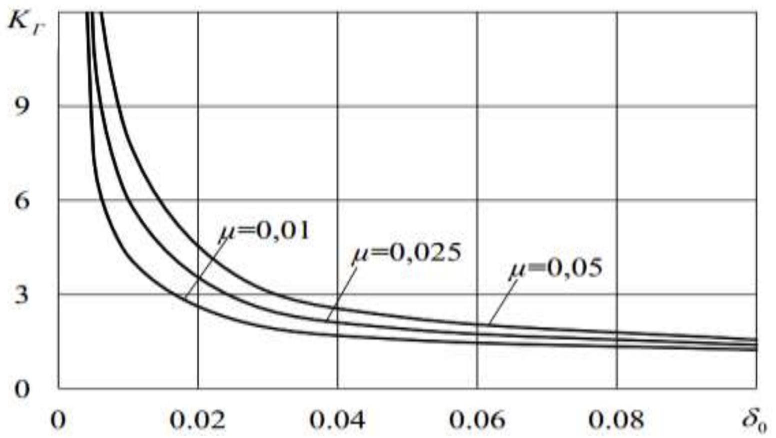


Рис. *2.* Зависимости коэффициента гашения колебаний от величины вязкого сопротивления защищаемого объекта при вибрационных воздействиях ($\mu = \sum_{k=1}^{N} m_k / M$, $\delta_0 = h_{01} / \omega_{01}$, $\omega_{01} = \sqrt{c/M}$, $h_{01} = h_1 /(2M)$).

Выводы

1. Для достижения оптимального гашения необходимо один из гасителей установить в точке $x_1 = a_0$. Получается наилучшая полоса частот, в которой удается гасить колебания системы. Второй гаситель надо максимально удалить от первого, т.е. максимизировать расстояние между гасителями. Практически достаточно установливать один гаситель на расстоянии от другого на 10 единиц, иначе $|x_1 - x_2| = 10$, т.к. дальнейшее увеличение расстояния между гасителями эффекта не увеличивает.

2. В случае разнесенных резонансных частот системы без гасителей удается получить больший интервал, в котором удается гасить колебания, нежели в случае близких резонансных частот.

Литература

[1].Нашиф А., Джонс Д., Хендерсон Дж. Демпфирование колебаний: Пер.с англ. – Москва.: Мир, 1988 – 448 с.

[2].Кофанов Ю.Н. Автоматизация проектирования РЭС. Топологическое проектирование печатных плат. Красноярск, 2008. – 225с.

[3]. Droppa, P. Application diagnostics methods for modernization vehicle IFV-2 / P. Droppa,P. Kalna, S. Filípek // Military Technologies (ICMT), 2015 International

Conference on. – 2015. – P. 1–5. DOI: 10.1109/MILTECHS.2015.7153762

[4]. Safarov I.I., Kulmuratov N.R., Teshaev M.K.,Kuldashov N.U. Interaction of No stationary Waves on Cylindrical Body. Applied Mathematics, 2019,10, Pp435-447.

БАЙЕСОВОЙ ПОДХОД И АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Хайдаров Ш.А.[1], Туфлиев Э.О.[1], Абдижалилов Ж.Ш.[2]
[1]Каршинский инженерно-экономический институт.
[2]Тошкентский государственный технический университет.

Важной задачей при эксплуатации технической системы на неограниченном интервале времени является обеспечение оптимального уровня ее работоспособности [1]. Основной показатель работоспособности часто может быть охарактеризован величиной прибыли, которую обеспечивает работающая система. Для поддержания оптимального уровня работоспособности предусмотрено проведение регламентных работ, направленных на обновление системы. Под обновлением системы будем понимать все виды ремонтных работ, проведение регулировок и других действий, обеспечивающих такое состояние системы, которое в конечном итоге увеличивает прибыль и эффективность ее использования. Регламентные работы различаются по глубине воздействия на систему и, следовательно, по стоимости.

Актуальной задачей является выбор такой стратегии применения регламентных работ и их типов, которые обеспечивали бы максимальную прибыль от эксплуатации системы.

Определим соответствующие переходы на дискретном множестве состояний E и вероятности переходов.

Пусть $x_i \in E$- состояние системы, в которое управление ее переводит. Обозначим искомые вероятности через $q_{ij}, x_i, x_j \in E$. По предположению, состояние системы в процессе работы не может улучшиться. Поэтому

$$q_{i0} = 0,\; q_{i1} = 0, \ldots, q_{ii-1} = 0, q_{ii} = \int_0^h f(x|\alpha,\beta)dx, q_{ii+1} = \int_h^{2h} f(x|\alpha,\beta)dx, \ldots,$$

$$q_{in-1} \int_{(n-i-1)h}^{(n-i)h} f(x|\alpha,\beta)dx,\; q_{in} = \int_{(n-i)h}^{\infty} f(x|\alpha,\beta)dx \qquad (1)$$

Теперь легко определить переходную функцию Q марковского процесса принятия решений. Пусть в момент контроля наблюдалось состояние $x_i \in E$, в котором применено управление $y_k \in Y$. Через интервал времени t_k это управление переведет систему в состояние $x_s \in E$ с вероятностью $p_{is}^{(k)}$. Затем через интервал времени τ состояние $x_j \in E$ будет наблюдаться с вероятностью q_{sj}. Поэтому вероятность перехода за один период, с учетом формул (1), в этом случае составит величину

$$Q_{ij}^{(k)} = \sum_{s=0}^{\min(i,j)} p_{is}^{(k)} q_{sj} \qquad (2)$$

Рассмотрим далее определение функции непосредственных доходов w. Для этого необходимо вычислить среднюю прибыль системы на одном периоде как функцию от состояния в начале периода перед применением управления и управления. Вычислим сначала средний доход на интервале времени τ , получаемый при работе системы. Пусть $x_s \in E$ - состояние системы после применения управления $y_k \in Y$. Предположив, что на интервале времени $(0,\tau)$ износ и падение эффективности работы системы происходит по линейному закону, получим среднюю величину дохода:

$$V(x_s) = \sum_{j=s}^{N} q_{sj}\left(v_s\tau + \frac{1}{2}(v_{j+1} - v_j)\tau \right),$$

где $v_{N+1} = 0.$

Известно [3], что если множество состояний образует один эргодический класс, то вектор-столбец $\varphi(\pi)$ состоит из одинаковых компонент. Это означает, что величина среднего дохода в единицу времени не зависит от начального состояния. В нашем случае это условие выполнено.

Выбор байесовского подхода к решению задачи оценки параметров в нашем случае удобен, так как легко позволяет последовательно уточнять оценки параметров по мере поступления дополнительной информации о распределении.

Заметим, что для практического применения байесовского метода оценки параметра распределения необходимо для оцениваемого параметра найти сопряженное семейство распределений [4]. Оно существует, если для этого параметра найдется достаточная статистика конечной размерности, не зависящая от объема выборки [4].

Рассмотрим метод получения оценки параметра β гамма-распределения по повторной выборке $x = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ объема n . Легко видеть, что достаточной статистикой для этого параметра является $t(x) = \sum_{i=1}^{n} x_i$ и, следовательно, существует сопряженное семейство распределений параметра β .

Докажем, что если задана выборка x, априорное распределение параметра β есть гамма-распределение с параметрами $\alpha_0, \beta_0,$ то апостериорное распределение параметра β есть гамма-распределение с параметрами $\alpha' = \alpha_0 + n\alpha,\ \beta' = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} x_i,\ \alpha$ параметр распределения наблюдений.;

Действительно, функция правдоподобия имеет вид:

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^{n} \frac{\beta^{\alpha}}{\Gamma(\alpha)} x_i^{\alpha-1} e^{-\beta x_i} = \frac{\prod_{i=1}^{n} x_i^{\alpha-1}}{(\Gamma(\alpha))^n} \beta^{n\alpha} e^{-\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}$$

Если параметр β считать переменной, а $\sum_{i=1}^{n} x_i$ константой, то с точностью до множителя, не содержащего β, функция L пропорциональна плотности гамма-распределения, т.е. $L(\beta) \infty \beta^{n\alpha} e^{-\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}$, где ∞ - символ пропорциональности. Поэтому сопряженным семейством распределений параметра β является гамма-распределение [4]. Пусть априорное распределение $\xi(\beta)$ параметра β есть гамма-распределение с параметрами $\alpha_0, \beta_0,$ т.е. $\xi(\beta) \infty \beta^{\alpha_0 - 1} e^{-\beta_0\beta}$. Тогда по формуле Байеса апостериорная плотность $\xi(\beta|x)$ распределения параметра β пропорциональна произведению априорной плотности на функцию правдоподобия:

$$\xi(\beta|x) \infty \beta^{\alpha_0 - 1} e^{-\beta_0\beta} \beta^{n\alpha} e^{-\beta\sum_{i=1}^{n} x_i} = \beta^{\alpha_0 + n\alpha - 1} e^{-\beta\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^{n} x_i\right)}.$$

Полученная апостериорная плотность распределения параметра β совпадает с плотностью гамма-распределения с параметрами

$$\alpha' = \alpha_0 + n\alpha,\ \beta' = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} x_i \qquad (3)$$

Заметим, что здесь параметр α является параметром распределения наблюдений. Далее оценки параметров распределения наблюдений будем обозначать $\tilde{\alpha}$ и $\tilde{\beta}$, а оценки параметров распределения β через: α_0, β_0 - априорные, α', β' - апостериорные. Для вычисления оценки а отметим следующее. При заданных значениях параметров α и β средняя величина приращения траектории за время τ составляет величину $\frac{\alpha}{\beta}$, а дисперсия – величину $\frac{\alpha}{\beta^2}$. Поэтому их оценки, в соответствии с методом моментов, могут быть получены из системы

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{\beta} &= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\eta_i, \\ \frac{\alpha}{\beta^2} &= \frac{1}{n-1}\left(\sum_{i=1}^{n}\eta_i^2 - n\eta^{-2}\right), \end{aligned} \qquad (4)$$

где $\bar{\eta} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\eta_i$, $\eta_i, i = 1,\dots,n$ - наблюдения приращений процесса.

Из (4) получим оценки: $\tilde{\beta} = \frac{\tilde{\alpha}}{\eta},,$

$$\tilde{\alpha} = \frac{(n-1)\bar{\eta}^2}{\sum_{i=1}^{n}\eta_i^2 - n\bar{\eta}^2} \qquad (5)$$

Априорные значения параметров α_0 и β_0 выберем из условия $\frac{\alpha_0}{\beta_0} = \tilde{\beta}$. В модели предполагается, что параметр распределения случайного приращения α вычисляется по формуле (5), а параметр β - по формуле Байеса.

Оценки $\tilde{\alpha}$ и $\tilde{\beta}$ позволяют задать все элементы модели, найти оптимальную (в условиях имеющейся информации) стратегию, применить ее и получить новые наблюдения $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_s$

Далее можно получим оценку $\tilde{\alpha}$ по формуле (3), учитывая, что n - объем всех наблюдений. Подставив полученное $\tilde{\alpha}$ в (1) и, если были апостериорные значения α', β', подставив их вместо α_0, β_0, получим новые апостериорные оценки α', β', распределения параметра β. Далее действия повторяются.

В основу метода вычисления оптимальной стратегии управления положен итерационный алгоритм Ховарда [3]. Каждое наблюдение за управляемым процессом содержит дополнительную информацию о рассматриваемой системе. Эта информация используется для улучшения по критерию φ вычисленной ранее стратегии управления. Если на текущей итерации, за счет обработки очередной порции информации, величина критерия φ изменилась на малую величину ε, где $\varepsilon > 0$ заранее задано, то предлагается алгоритм остановить.

Пусть перед началом процесса управления и оптимизации системы имеется информация о наблюденных величинах приращений процесса износа и разрегулировки: $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n$. Выберем величину $\varepsilon > 0$.

Алгоритм, реализующий адаптивный подход к управлению системой, состоит в выполнении следующих действий.

1. Выбрать решающую функцию ω_1, определив для каждого $x_i \in E$ управление $\omega_1(x_i) \in Y$.

2. С учетом (3) найти $\tilde{\alpha}$ и $\tilde{\beta} = \dfrac{\tilde{\alpha}}{\eta}$, выбрать положительные значения α_0, β_0 из условия $\dfrac{\alpha_0}{\beta_0} = \tilde{\beta}$. k -й шаг алгоритма.

3. По формулам (2) и (3) вычислить матрицу переходных вероятностей $Q(\omega_k)$ с элементами $Q_{ij}^{(\omega_k(x_i))}, i, j = 1, \ldots, N,$ и вектор-столбец $w(\omega_k)$ непосредственных доходов с компонентами $w(x_i, \omega_k(x_i)), i, = 1, \ldots, N,$ соответствующих стационарной стратегии $\omega_k^{(\infty)}$. При вычислениях использовать полученные оценки $\tilde{\alpha}$ и $\tilde{\beta}$ в плотности распределения вероятностей $f(x|\alpha, \beta)$.

4. Решить систему линейных уравнений

$$w(\omega_k) + Q(\omega_k)R(\omega_k) - R(\omega_k) = \varphi(\omega_k)$$

относительно компоненты вектора $\varphi(\omega_k)$ и компонент вектора $R(\omega_k)$, у которого первая компонента равна 0. Если $k = 1$, обозначить $\varphi_1 = \varphi(\omega_k)$.

Вычислить $U(\omega') = w(\omega') + Q(\omega')R(\omega_k) = \max\limits_{\omega}(w(\omega) + Q(\omega R(\omega_k)))$ и проверить неравенство $U(\omega') - w(\omega_k) - Q(\omega_k)R(\omega_k) > 0$.

Если оно выполнено, обозначить ω' через ω_k и перейти в 3. Если оно не выполнено, перейти в 5.

5. Если $k \geq 2$, обозначить $\varphi_k = \varphi(\omega_k)$ перейти в 6. Если k = 1, перейти в 7.

6. Проверить условие: $|\varphi_k - \varphi_{k-1}| < \varepsilon$. Если оно выполнено, перейти в 8. Если оно не выполнено, перейти в 7.

7. Получить наблюдения приращения траектории управляемого процесса $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_s$, $s \geq 1$, применив полученную стационарную стратегию $\pi = \omega_k^{(\infty)}$. Вычислить оценку $\tilde{\alpha}$ по формуле (8), в которой n - количество всех наблюдений. Обозначить α' через α_0, β' через β_0 и найти параметры апостериорного распределения β по формулам:

$$\alpha' = \alpha_0 + s\tilde{\alpha}, \ \beta' = \beta_0 + \sum_{i=1}^{s} \eta_i$$

Увеличить k на единицу. С уточненными значениями оценок параметров $\tilde{\alpha}$ и $\tilde{\beta} = \dfrac{\alpha'}{\beta'}$ перейти в 3.

8. Стратегия $\pi = \omega_k^{(\infty)}$ является искомой. Эта стратегия обеспечивает средний доход в единицу времени, равный φ_k .

Построена модель надежности и работоспособности технической системы, характеристики которой заданы не полностью. Эта модель основана на понятии состояния, которое и определяет текущий уровень надежности и работоспособности системы. Использование состояния в задачах моделирования надежности является новым и перспективным, так как позволяет строить более адекватные модели по сравнению с существующими. Для модели предложен оптимизационный алгоритм, в основе которого лежит марковский процесс принятия решений и адаптивный подход улучшения начальной стратегии, выбранной в условиях ограниченной информации об объекте. Алгоритм реализуется в реальном масштабе времени. По мере поступления информации о результатах применения текущей стратегии управления алгоритм обеспечивает уточнение этой стратегии в смысле выбранного критерия φ.

При моделировании реальной системы, как правило, информация о процессе ее износа практически отсутствует. Мы предположили, что этот процесс случаен, и за фиксированный интервал времени ухудшение характеристик системы может быть описано гаммараспределением. Выбор другого распределения, который в реальных условиях во многом зависит от состояния системы, т.е. набора информативных параметров, не изменит принципиально модель и предложенный алгоритм.

Статистический метод оценки неизвестных параметров, в нашем случае байесовский, обеспечивает сходимость этих оценок по вероятности к истинным значениям. Это означает, что мы не можем гарантировать, что за конечное число итераций алгоритма будет достигнута оптимальная стратегия. Однако вероятность этого события с учетом конечного числа состояний и управлений возрастает с увеличением количества итераций. Предложенный метод остановки алгоритма основан на практическом требовании: продолжение алгоритма должно обеспечивать улучшение стратегии по выбранному критерию на каждой итерации не менее, чем на заданную величину ε. Оценка вероятности достижения оптимальной стратегии в момент остановки алгоритма имеет больше теоретический характер и может быть основана на оценке, полученной в [6].

Литературы:

1. Вопросы математической теории надежности / Под ред. Б.В. Гнеденко. М.: Радио и связь, 1983. 376с.

2. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. М.: Высшая школа, 1984. 208 с.

3. МайнХ., Осаки С. Марковские процессы принятия решений. М.: Наука, 1977. 175с.

4. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения. М.: Мир, 1974. 493с.

5. Крамер Г. Математические методы статистики. М.: Мир, 1975. 648с.

6. Хайдаров Ш.А, Чориев М, Риксиалиев Ж.Д. Адаптивная модель надежности и робoтоспособности технических систем. //Сборник трудов международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы инновационных технологии в развитии химической, нефте-газовой и пищевой промыщленности». –Ташкент,2021,С-570-572.

7. Юсупбеков А.Н., Хайдаров Ш.А., Абдижалилов Ж.Ш. Аналитечиская модель надежности востанавливаемой технической системой. // Инновацион технологиялар. – Қарши, 2022, -№1. С 27-32.

AYRIM DIFFERENSIAL TENGLAMARNI YECHISH USULLARI.

Toshkent kimyo-texnalogiya insituti. B21-17U-MSM-2-guruh,
1-kurs talabasi. I.S.Abdullayev)

Fizikada, bialogiyada, ekalogiyada, iqtisodyotda, amaliyotda va shunga o‘xshash sohalarda uchraydigan ba’zi hodisa va jarayonlarni o‘rganish uchun matematik model tuzilganda **differensial tenglamalar** deb ataluvchi tenglamalar hosil bo‘lib, ularning yechimlarini topish kerak bo‘ladi.

Differnsialar tenglamalarning aniq va qat’iy ta’rifini keyinchalik keltiramiz. Hozir esa to‘la va qat’iy bo‘lmagan quyidagi ta’rifni keltiramiz: **“**Noma’lum funksiyaning hosilalari (yoki hosilasi) qatnashgan tenglama **differensial tenglama** deyiladi”. Differnsialar tenglamalar sistemasida ikki yoki undan ortiq noma’lum funksiya qatnashadi. Differnsialar tenglamalar ikki turga bo‘linadi: Oddiy differnsialar tenglamalar va xususiy hosilali differnsialar tenglamalar. Oddiy differensial tenglamada noma’lum funksiya bir dona erkli o‘zgaruvchiga bog‘liq, xususiy hosilali tenglamalarda esa noma’lum funksiya ikki yoki undan ortiq argumentlarga bog‘liq bo‘ladi.

y' =F(x,y) tenglamaning $y(x_0) = y_0$ boshlang’ich shartni qanoatlantiruvchi xususiy yechimini topish masalasi Koshi masalasi deyiladi.

$M(x)dx + N(y)dy = 0$ ko’rinishdagi tenglama o’zgaruvchilari ajralgan tenglama deyiladi.

$y' + Py = Qy^n$ ko‘rinishidagi tenglamalarga **Bernulli tenglamasi** deyiladi.

Ishonchim komil-ki, differensial tenglamalar haqida tushunchaga ega bo‘ldingiz. Endi esa bu differensial tenglamarning yechimlarini misollar bilan ko‘rib bilan ko‘rib chiqamiz.

$$y' = \frac{x^2 + y^2}{2x^2}$$

Bu misoni yechishda birinchi qiladigan ishimiz, tenglikdan o‘ng qismidagi ifodaning suratini har birini maxraj qismiga bo‘lip olamiz va quyidagicha yozib olamiz.

$$y' = \frac{1}{2} + \frac{y^2}{2x^2}$$

Endi bu tenglamadan $\boldsymbol{\frac{y}{x} = t}$ deb belgilash kiritsak , (Bu yerda t yoki t(x) ya’ni x ga bog‘liq parameter.) So‘ng esa maxrajdagi *x* ni *t* ning oldiga ko‘paytirib yuboramiz.

$y = t * x$. Endi esa hosilaning eng sodda formulasidan foydalanib, quyidagi tenglikdan bir matta hosila olib, quyidagicha yozib olamiz: $y' = \mathrm{t'x + t}$.

Endi hamma topib olgan ifodalarimizni birinchi tenglamaga olib borip qo‘yamiz, va quyidagi tenglikka ega bo‘lamiz.

$$t'\mathrm{x} + \mathrm{t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}t^2$$

Bu tenglamamiz ancha oson ko‘rinishga keldi. Endi tenglikning o‘ng qismidagi ifodalarni soddalashtirib, maxrajini tenglikning chap tarafiga ko‘paytirib yuboramiz, quyidagicha:

$2t'\mathrm{x} + 2\mathrm{t} = 1 + t^2$ endi chap qismidagi *2t* ifodani tenglikni o‘qismiga o‘tkazamiz $2t'\mathrm{x} = \mathrm{t}^2 - 2t + 1$ tenglikdan ko‘rinib turibdi-ki, tenglikni chap qismi ayirmaning kvadrati formulasidir.

ESLATMA: $y' = \frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dx}}$

Endi biz tepadagi tenglikdan t' ni topib olamiz.

$$t' = \frac{(\mathrm{t}-1)^2}{2x}$$

Eslatmadan foydalanib quyidagicha yozib olamiz:

$$\frac{1}{(t-1)^2}dt = \frac{1}{2x}dx$$

Tenglamani yechish uchun har ikkala qismini integrallaymiz.

$$\int \frac{1}{(t-1)^2 dt} = \int \frac{1}{2x}dx$$

Integrallash formulalaridan foydalanib bu integrallarni oson yechimiz mumkin. Yechkanimizdan so‘ng quyidagi tenglikka ega bo‘lamiz.

$-\frac{1}{t-1} = \frac{1}{2}\ln(x)$ endi bu tenglikdagi *t* ning o‘rniga yuqorida belgilagan ifodamizni keltirib qoyamiz. $-\frac{1}{\frac{y}{x}-1} = \frac{1}{2}\ln(x)$ bu ifodadan biz *Y* ni topib olamiz.

$\boldsymbol{y = x - \frac{x}{\ln(x)}}$**.** Bunda biz bu yechimni yuqoridagi differensial tenglamamizni umumiy yechimi deb olishimiz mumkin.

Xulosa qilib aytishimiz mumkuin-ki, bu mavzu juda katta va turli sohalarga turlicha tadbiq qilish mumkin bo‘lgan mavzulardan biridir. Ushbu maqolamizda bu mavzuga doir qisqacha tushuncha ko‘nikmalarni berib o‘tdik.

Adabiyotlar ro‘yxati

1.N.Dilmurodov., Differensial tenglamalar kusi(1-jild).

2. I.I. safarov, I.M. Iskanadjiev, M.B.Sanginov, N.U.Kuldashov **.** Matematikadan mavzulashtirilgan mashqlar va testlar to’plam.

OLIY O'QUV YURTLARIDA FIZIKA O'QITISH METODINING HOZIRGI TAHLILI: KOMPETENSIYAGA ASOSIY YUNDASHISH.

Babaxova G.Z. Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogik institute 1-kurs tayansh doktoranti

O'zbekiston Respublikasining Boloniya jarayoniga qo'shilishi oliy ta'lim sifati muammosini dolzarblashtiradi. Universitetdagi o'zimizning ko'p yillik tajribamiz shuni ko'rsatadiki, fizika yo'nalishi talabalariga mutaxassislik fanlarini o'qitishda ko'plab o'quv, uslubiy, tashkiliy, mazmuniy va boshqa turdagi muammolar mavjud. Bu muammolarning keskinlashishi ko'p jihatdan o'quv jarayonini tashkil etishdagi o'zgarishlar, kreditli o'qitish texnologiyasining joriy etilishi bilan bog'liq. Yangi texnologiya o'qituvchi haqidagi yagona to'g'ri ma'lumot manbai sifatida shakllangan tushunchalarni buzib, auditoriya faoliyatining turli shakllari orasidagi chegaralarni yo'qotadi, talabaning mustaqil ishining salmog'ini oshiradi. Kasbiy va shaxsiy kompetensiyalarni shakllantirishga alohida e'tibor beriladi, barcha o'quv rejalari, rejalari va materiallari bunga qaratilgan . O'zgargan sharoitda oliy ta'lim muassasalarining barcha o'qituvchilari ham samarali dars berishga tayyor emas. Bugungi kunga qadar kredit ta'lim texnologiyasi sharoitida fizika yo'nalishi talabalariga mutaxassislik fanlarini o'qitish metodikasi bo'yicha ma'lumotlar ishlab chiqilmoqda, ilmiy adabiyotlarda fizikani o'qitishning metodik tizimini eksperimental sinovdan o'tkazish to'g'risida ma'lumotlar kam. Malakaga asoslangan yondashuv yoki uning alohida komponentlari. Ushbu murakkab vazifani hal qilishdan oldin tizimli tahlil va kompetensiyaga asoslangan yondashuv nuqtai nazaridan fizika yo'nalishi talabalari uchun mutaxassisliklar bo'yicha universitetda fizikani o'qitish metodikasining hozirgi holati to'g'risida xulosa olish kerak. Tadqiqot maqsadi. Universitetda fizika o'qitish metodikasini tahlil .

Tadqiqot materiallari va usullari

Adabiyotlar tahlili asosida ish tajribasi, kompetensiyaga asoslangan, shaxsni rivojlantiruvchi va tizimli-sinergetik yondashuvlar tadqiqotning uslubiy asosi sifatida tanlandi. Tadqiqot maqsadiga erishish tadqiqot usullarining ikki guruhidan foydalanishni ta'minladi: empirik (ta'limning kredit texnologiyasi bo'yicha o'quv jarayonini tashkil etishni tartibga soluvchi rasmiy va me'yoriy hujjatlarni o'rganish, kuzatish, suhbat, o'zaro tekshirish usuli, so'roq qilish, fikrlarni o'rganish. ish beruvchilar va boshqalar) va nazariy (tahlil , sintez, umumlashtirish, tasniflash, xulosalar shakllantirish va boshqalar).

Tadqiqot mazmuni. Kompetensiyaga asoslangan yondashuv ta'lim natijalarini bitiruvchining kasbiy faoliyatni amalga oshirishga tayyorligi sifatida shakllantiradi. Fizikadan nazariy muammolarini loyihalash va hal qilish, belgilangan talablarga javob beradigan va madaniy, ijtimoiy va ekologik jihatlarni hisobga oladigan tizimlar, komponentlar yoki jarayonlarni ishlab chiqish talab qilinadi.

Kompetentlik deganda shaxs yetarli darajada bilimga ega bo'lgan masalalar sohasi tushuniladi. Hech shubha yo'qki, kompetensiyalar har qanday kasbiy faoliyatning asosi hisoblanadi. Kompetentsiyaning tizimli asosi shaxsdir, shuning uchun pedagogik faoliyat barkamol, intellektual rivojlangan va bilimli shaxsni shakllantirishga qaratilgan bo'lishi kerak.

O'rganish jarayonida biz fizikani o'qitish jarayonida shakllangan texnik mutaxassislarning kompetentsiyalari tasnifini ishlab chiqdik. Ushbu tasniflash uchun asosiy ta'lim natijalari - umumiy, fan, maxsus asos bo'ldi. Fizika o'qitish metodikasi asosiy kasbiy kompetensiyalarni (motivatsion, operativ, kognitiv va boshqa shaxsiy o'zgarishlar ko'rinishida), meta- predmet (universal faoliyat usullari) va fan kompetensiyalarini shakllantirish bilan bog'liq holda samarali bo'lishi kutilgan edi.

Bu natijalar olinadimi yoki yo'qmi, nima aniqlayotganini oldindan aytish qiyin emas. Bir qator omillarni hisobga olish kerak: o'quv jarayonini tashkil etish, o'qituvchining malakasi, shuningdek, talabalarning bilimlarni mustaqil ravishda egallash va to'ldirish istagi va qobiliyatlari, oqilona kasbiy maqsadlar qo'yish, baholash va tanlash mezonlarini ishlab chiqish.

ularni hal qilishning eng samarali usullari va o'z-o'zini rivojlantirishga intilish. Bu ideal. Universitetda fizika fanidan dars berishda texnik mutaxassislarning kompetensiyalarini shakllantirish holati qanday? Ta'limning kredit texnologiyasi bilan o'quv jarayonini tashkil etish bo'yicha me'yoriy hujjatlarni tahlil qilish, "Fizika" mutaxassisligi misolida o'quv rejalari va rejalarini o'rganish, umuman olganda kompetensiyaga asoslangan yondashuv asosida muhandislik faoliyatini modellashtirish. fizika mutaxassisligining kasbiy kompetensiyasi tarkibini, uning texnik va shaxsiy jihatlarini taqdim etish imkonini berdi. Nazariy jihat taqqoslash, taqqoslash, tizimlashtirish, umumlashtirish, yangi bilimlarni o'zlashtirishni o'z ichiga oladi, shaxsiy jihat esa tahlil, sintez, tanqidiy fikrlash, g'oyalarni yaratish qobiliyati, ijodkorlik, motivatsiya, qiziqish, o'z-o'zini rivojlantirishga qaratilgan.

Tahlil natijalariga ko'ra, o'zaro bog'liq va bir-birini to'ldiruvchi vakolatlar guruhlari shaklida texnik mutaxassisning vakolatlari modeli taklif qilindi. Ijtimoiy kompetentsiyalarning texnik tomoni kommunikativlikni, shaxsiy tomoni esa o'z-o'zini takomillashtirish motivlarini o'z ichiga oladi. Instrumental kompetensiyalar uchun texnik tomon hisob-kitoblarni amalga oshirish va xulosalar chiqarish, asboblar va jihozlardan foydalanish, ma'lumotlarni topish va qayta ishlash, axborot vositalari va texnologiyalaridan foydalanish, shuningdek, uch tilda gapirish qobiliyatini o'z ichiga oladi. Shaxsiy tomon tahlil va sintez usullarini shakllantirish va o'zlashtirish, patent qidiruvini amalga oshirish, eksperiment o'tkazish, natijalarni sharhlash, xulosalarni shakllantirishni o'z ichiga oladi. Umumiy kasbiy kompetensiyalarning texnik tomoni modellashtirish, rejalashtirish, tashkil etish, boshqarish, tuzish, baholash, o'rnatish qobiliyatini o'z ichiga oladi. Shaxsiy tomon tahlil qilish, sintez qilish, asoslash va qaror qabul qilish, bashorat qilish, tadqiqot usullarini tanlash va rejalashtirish qobiliyatini talab qiladi. Texnik jihatdan maxsus vakolatlar texnologik jarayonlarni sozlash, ularni boshqarish, xavfsizlik va atrof-muhit muhofazasini ta'minlash, ishlab chiqarishni saqlash qobiliyatini ta'minlaydi. Shaxsiy darajada texnik ob'ektlar va jarayonlarni ishlab chiqish va takomillashtirish, muhandislik va texnologiyani takomillashtirish ob'ektlarini aniqlash, bilimlarni texnologiyaga aylantirish, xavflarni baholash va xavfsizlik choralarini belgilash, texnik va iqtisodiy tahlil usullarini qo'llash qobiliyati qabul qilinadi.

Tadqiqot natijalari va muhokama

Kompetensiyaga asoslangan yondashuv asosida fizikayo’nalishi talabalariga mutaxassislik fanlarini o‘qitishning zamonaviy metodikasini ishlab chiqish muammosi murakkab va ko‘p qirrali. Biz ushbu muammoning bir jihatini, ya’ni universitetda fizika yo’nalishi uchun mutaxassislik fanlar o‘qitish metodikasining hozirgi holati tahlilini o‘rgandik. O‘zaro bog‘langan va bir-birini to‘ldiruvchi uslubiy yondashuvlardan (kompetentlik, shaxsni rivojlantiruvchi va tizimli-sinergetik), empirik va nazariy tadqiqot usullaridan foydalanish asosida fizikani o‘qitishning mavjud metodologiyasi fanning maqsad va vazifalariga to‘liq mos kelmaydi, degan xulosaga keldi. kelajakdagi texnik mutaxassislarning kasbiy va shaxsiy kompetentsiyalarini shakllantirish. Keyingi tadqiqotlar kompetensiyaga asoslangan yondashuv asosida texnik mutaxassisliklar talabalariga fizikani o'qitishning kontseptual qoidalari va modelini ishlab chiqishga bag'ishlanishi kerak.

Adaviyotlar:

1. Амельченко, А. Ф. Модульное обучение как здоровьесберегающая технология [Текст] / А. Ф. Амельченко, С. А. Захарова, Г. А. Калашникова // Профессиональное образование. - 2005. - № 7. - С. 7.

2. Браун, Ю. С. Модульное обучение мультимедийным технологиям [Текст] / Ю.С. Браун // Информатика и образование. - 2002. - № 5. - С. 62-70.

3. Каган, В. М. Основы оптимизации процесса обучения в высшей школе [Текст]: науч.-метод. пособие / В. М. Каган, И. А. Сычеников. -М. : Высш. шк., 1987. -143 с.

DARSLARDA O'QUV DASTURIY VOSITALARI IMKONIYATLARIDAN FOYDALANISH

Bakiyeva H.A., Abdusamatov Q.(talaba)

Namangan muhandislik-qurilish institute, tel: +99897-212-05-23

Respublikamizning barcha ta'lim muassasalarida kompyuterlashtirish ishlarini va ta'lim jarayonida axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanishni rivojlantirishga Vazirlar Mahkamasining "Kompyuterlashtirishni yanada rivojlantirish va axborot kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish to'g'risida"gi qarori turtki bo'ldi. SHu sababli oliy o'quv yurtlarida o'qitishning innovatsion texnologiyalari va zamonaviy kompyuter texnologiyalari asosida tashkil etish zamon talablaridan biriga aylandi. Oliy ta'lim muassasalarida tayyorlanayotgan mutaxassislar har tomonlama ma'naviy-ahloqiy va kasbiy tayyorgarlik jihatdan ham yetuk bo'lishi lozim, shu asosida Oliy o'quv yurtiga o'qishga kirgan talabaga imkon qadar zamonaviy kompyuter vositalaridan foydalanib dars berish bugungi kunning eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi.

Bugungi kunda qaysi soha egasi bo'lishidan qat'i nazar har qanday mutaxassis – axborot texnologiyalarining dasturiy vositalari va multimedia imkoniyatlari, zamonaviy axborot-kommunikatsiya vositalaridan samarali foydalangan holda turli shakldagi axborotlarni qayta ishlash va ulardan kasbiy faoliyatda foydalanish bo'yicha bilimlarga ega bo'lishi, o'zining ish faoliyatini zamonaviy axborot texnologiyalari asosida tashkil eta olishi kerak.

Hozirgi vaqtda ta'lim sohasidagi zamonaviy texnologiyalariga yangi ta'lim dasturlarini amalga oshirish mumkin bo'lgan vosita sifatida qaraladi. Pedagogik faoliyat modeli barcha detallarda ko'rib chiqilishi va an'anaviy ta'lim usullarini innovatsion texnologiyalar, jumladan, kompyuter texnologiyalari bilan birlashtirishi kerak, ularning amalga oshirilishi ta'lim jarayonida sezilarli darajada oshdi. Shuni tan olish kerakki, kompyuter yangi materiallarni o'zlashtirish tezligini oshiradi, talabalarning bilim faoliyatini faollashtiradi, yuqori darajadagi interaktivlik bilan o'qitish vositasi hisoblanadi.

Kimyo fanini o'rganishda virtual kimyoviy laboratoriyalar [1] eng keng tarqalgan. An'anaviy kimyoviy laboratoriyada an'anaviy ta'lim shaklida olib boriladigan laboratoriya ishlari muayyan shartlarni, reagentlar mavjudligini va odatda zamonaviy jihozlarni talab qiladi. Albatta, kimyoviy fanlarni o'rganishda haqiqiy tajriba juda muhim va zarurdir, ammo ba'zi hollarda virtual laboratoriyadan foydalanish materialni o'rganishning quyidagi afzalliklarini beradi:

- muayyan ish qobiliyatini yoki xavfli reagentlardan foydalanishni talab qiladigan tajribalarni bajarish;
- ma'lumotlar natijalari elektron jadvaliga kiritilib, avtomatik ravishda qayta ishlash;
- tajribalar amalga oshirilganda, muammolarni hal qilish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan o'quv vaqtini tejash va tejalgan vaqt hisobiga interaktiv ta'limning boshqa shakllari bilan darslarni boyitish;
- tajribalarni amalga oshirishda faqat kompyuter texnikasini bilishning boshlang'ich darajasi talab qilinishi;
- tajriba mashg'ulotlari uchun juda oz vaqt ajratilgan sirtqi bo'lim talabalarinini o'qitish.

Virtual laboratoriyalar ostida ikkita dasturiy ta'minot kompleksi tushuniladi:

– masofaviy erkin foydalanish bilan laboratoriya qurilmasi – masofaviy laboratoriyalar;

–laboratoriya tajribalarini modellashtirishga imkon beruvchi dasturiy ta'minot-virtual laboratoriyalar.

Eng oddiy virtual laboratoriya - bu kimyoviy jarayonni simulyatsiya qilish, uni amalga oshirish shartlarini o'zgartirish, eksperiment natijalarini kuzatish imkonini beruvchi kompyuter dasturidir. Dastur talabaning har bir ishini nazorat qiladi, tajriba o'tkazishda qo'llanma sifatida xizmat qiladi. Laboratoriya rivojlangan shaklda ko'plab virtual reagentlar, o'lchash asboblari, laboratoriya uskunalari, tayyor modellar to'plamlari va ba'zan ovozli qo'shiqlar bilan to'ldiriladi [2].

Virtual laboratoriya bilan ishlash mahalliy kompyuterdagi o'quv auditoriyasida yoki Internet tarmog'idan foydalangan holda, o'qituvchi rahbarligida yoki mustaqil rejimda, yakka tartibda yoki guruhda masofadan turib amalga oshirilishi mumkin. Virtual kimyo laboratoriyasida dars rejasiga qarab, o'qituvchi tomonidan ko'rsatilgan alohida tajribalar va barcha virtual laboratoriya ishlarini bajarish mumkin. Kimyo laboratoriyasining kompyuter modellari talabalarga xavfsiz muhitda tajriba o'tkazish imkonini beradi.

Kimyo va analitik kimyo bo'yicha laboratoriya ishlarini virtual va an'anaviy shaklda taqqoslash shuni ko'rsatadiki, virtual laboratoriya yordamida darsni o'tkazish samaradorligi oshadi, eksperimentda ishtirok etish tashabbuskorligi ortadi va o'quv vaqtlari tejaladi.

Tadqiqotlarda bakalavrlarni tayyorlashning bir yo'nalishining 2 ta kichik guruhi ishtirok etdi. Talabalarga ma'lum bir mavzu bo'yicha laboratoriya ishlarini haqiqiy kimyoviy laboratoriya sharoitida va "virtual laboratoriya"da o'tkazish taklif etildi. Virtual laboratoriyada eksperiment o'tkazishda talabalarning tashabbuskorligi oshib bordi. Shuni ham aytish lozimki, virtual rejimda tajriba o'tkazishda, bitta kichik guruhdagi talabalarning 5 % passiv kuzatuvchilar bo'ldi.

Virtual laboratoriya talabalarning diqqatini sezilarli darajada faollashtiradi va o'qituvchining izohlari hamda tushuntirishlari bilan jarayonni vizuallashtirish shakli oshadi, uni yangi mazmun bilan boyitadi, tajriba o’tkazish vaqti tejaladi, o'quvchilar faolligi oshadi. Mashg’ulotlarda talabalarning tashabbuskorligining miqdoriy ko'rsatkichlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Tajribani o’tkazish turi	**talabalar soni**	**darsda faol ishtirok etadigan talabalar, %**	**o'rtacha ko'rsatkich, %**
“haqiqiy” laboratoriya	16	81	94
“virtual” laboratoriya	15	86	93

Keyingi jadvalda esa virtual laboratoriyadan foydalangan holda kimyo bo'yicha tajriba mashg'ulotlarida vaqtni tejash ko’rsatkichi berilgan:

t/r	**tajribani o’tkazish turi**	**davomiyligi, min**	**vaqtni tejash, min**
1	“haqiqiy” laboratoriya	15	-
2	“virtual” laboratoriya	5	10

Virtual laboratoriya ishlarini tashkil etishda maxsus kompyuter dasturi talab qilinadi va hozirda virtual o'quv eksperimentlarini amalga oshirish uchun mo'ljallangan bir qator o’quv dasturlari mavjud. Misol uchun, Crocodile Chemistry elektron resursi kimyo va analitik kimyo fanlari bo'yicha juda ko'p eksperimental ishlarni bajarishga imkon beradi. Unda tajriba o’tkazish uchun kerakli jihozlar va reaktivlar bo’limi bo’lib, talaba tajriba ishi bajarishdan oldin tajriba uchun kerakli jihozlarni va reaktivlarni tanlash imkoniga ega bo’ladi. Tajriba ishini bajarish tartibini bilmagan talaba tajriba ishini bajarish davomida qiyinchiliklarga uchrashi mumkin va keyingi tajribalar vaqtida shunday kamchiliklarga yo’l qo’ymaslik uchun tajriba ishini bajarish tartibini oldindan mukammal o’rganishga harakat qiladi. Tajriba ishini bajarish jarayonini Camtasia studio dasturiy vositasida videotasvirga olishi, ovoz berishi va montaj qilib, kompyuter xotirasiga saqlab qo’yishi ham mumkin.

Virtual kimyo laboratoriyasi kabi ta'lim vositalaridan foydalanish o'qituvchining talablari va malakasini sezilarli darajada oshiradi [3]. U kompyuter texnikasi bo'yicha kerakli bilimga ega bo'lishi va dasturiy ta'minot bilan ishlash qobiliyatiga ega bo'lishi kerak. Barcha afzalliklarga qaramay, virtual laboratoriyadan foydalanishning asosiy kamchiliklari talabaning kimyoviy moddalar bilan bevosita aloqasi yo'qligi hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, mazkur pedagogik dasturiy vosita o'quv jarayonida yangi foydalanuvchilarga juda ko'plab qulayliklar yaratadi: video darsni ko'rish davomida foydalanuvchi ko'rib, eshitib va bajarilayotgan amallarni o'zi mustaqil ravishda takrorlab, kerakli natijani olish imkoniyatiga ega bo'ladi. Bu jarayon foydalanuvchiga o'tilayotgan mashg'ulotlarni o'rganishga bo'lgan qiziqishini yanada oshishiga va tezroq o'rganishga turtki bo'ladi. O'quvchi o'rganilayotgan materialni osonroq o'zlashtirishi va kutiladigan samaradorlikni sezilarli darajada oshishiga olib keladi.

Kimyoviy fanlarni o'rganishda virtual laboratoriya ishlaridan foydalanish tajribasi shuni ko'rsatadiki, siz "virtual kimyo" dunyosiga butunlay sho'ng'iy olmaysiz va haqiqiy tajribadan ajralib turolmaysiz. Kimyo bo'yicha laboratoriya-amaliy mashg'ulotlari zamonaviy asbob-uskunalarda haqiqiy tajribalar va kimyoviy jarayonlarni o'rganish bo'yicha virtual laboratoriya ishlarini ham o'z ichiga olishi kerak, bu esa o'qitishni samarali va sifatli qilish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Оксенчук В.В., Бабинцева Е.И., Декунова Н.А., Гавронская Ю.Ю. Создание виртуалных лабораторных работ по химии // Новые образователные стратегии в современном информационном пространстве: Сб. научных статей. – СПб.: Лема, 2014. – С. 236-241.
2. Трухин А.В. Виды виртуалных компютерных лабораторий // Открытое и дистанционное образование. – 2003. – № 03. – С. 12-20.
3. Белохвостов А.А., Аршанский Е.Я. Электронные средства обучения химии; разработка и методика исползования. – Мн.: Аверсэв, 2012. – 206 с.

ПЕДАГОГИК КОМПЕТЕНТЛИК ТАЪЛИМ ЖАРАЁНИ РИВОЖЛАНИШИНИНГ МУҲИМ ОМИЛИ СИФАТИДА

Хакимова Севара Хамдамовна

Тошкент кимё технология институти Озиқ овқат саноати ва машина жиҳозлари-механика асослари кафедраси ассистенти

Калит сўзлар: Компетентлик, касбий копетентлик, касбий сифатлари, педагог, ривожлантириш, мазмун, моҳият, дастур, тизим, ислоҳат, ўз-ўзини баҳолаш.

Ключевые слова: Компетентность, профессиональная компетентност, компетентностью качества, педагог, развитие, содержание,сущность, программа, система,реформа, самооценка.

Key words: Competence, professional competence, quality competence, teacher, development, content, essence, program, system, reform, self-assessment

Аннотация: Мақолада бугунги кундаги таълим тизимини ислоҳотларини амалга ошириш ва ривожлантириш жараёнида педагогик компетентликнинг зарурияти, компетентлик тушунчасининг моҳияти, касбий компетентлик сифатлари, педагогнинг касбий компетентлиги масалалари мазмун-моҳияти атрофлича очиб берилган.

«Компетентлик» тушунчаси таълим сохасига психологларнинг илмий изланишлари натижасида кириб келган. Психологик нуқтаи назардан компетентлик «ноанъанавий вазиятлар, кутилмаган холатларда мутахассиснинг ўзини қандай тутиши, мулоқотга киришиши, рақиблар билан ўзаро муносабатларда янги йул тутиши, ноаник, вазифаларни бажаришда зиддиятларга тўғри ечим топиш, маълумотлардан фойдаланишда, изчил ривожланиб борувчи ва мураккаб жараёнларда ҳаракатланиш режасига эгалик»ни англатади.

Касбий компетентлик эса мутахассис томонидан касбий фаолиятни амалга ошириш учун зарур бўлган билим, куникма ва малакаларнинг эгалланиши ва уларнинг амалда юқори даражада қўллай олиниши ҳисобланади.

Касбий компетентлик мутахассис томонидан алоҳида билим, малакаларнинг эгалланишини эмас, балки хар бир мустақил йўналиш бўйича интегратив билимлар ва ҳаракатларнинг узлаштирилишини назарда тутади. Шунингдек, компетенция мутахассислик билимларини доимо бойитиб бориш, янги ахборотларни ўрганиш, муҳим ижтимоий талабларни англай олиш, янги маълумотларни излаб топиш, уларни қайта ишлаш ва ўз фаолиятида қўллай билишни тақозо этади. Касбий компетентлик мураккаб жараёнлар; ноаник вазифаларни бажариш; бир-бирига зид маълумотлардан фойдаланиш; кутилмаган вазиятда ҳаракат режасига эга бўла олишда намоён бўлади. Касбий компетенцияга эга бўлган мутахассислар ўз билимларини изчил бойитиб боради, янги ахборотларни ўзлаштиради, давр талабларини чукур англайди, янги билимларни излаб топади, уларни қайта ишлайди ва ўз амалий фаолиятида самарали қўллайди.

Таълим жараёнини такомиллаштиришнинг мухим омили олий таълим тизимида педагогларнинг касбий компетентлигини юқори даражада шакллантирилиши билан узвий боғлиқ. Шу сабабли, замонавий таълим технологиялари имкониятларидан унумли фойдаланиш негизида педагоглар касбий компетентлигини шакллантириш жараёнининг назарий хамда амалий асосларини яратиш муаммонинг долзарблигини белгилайди.

Шу муносабат билан педагогларни олий таълим муассасасидаги фаолиятларини фаоллаштириш бугунги кунда талаб қилинаётган касбий компетентлик даражасини таъминлайдиган янгича ёндашувларни илмий асослаш долзарб вазифа бўлиб келмокда.

Касбий компетентлик тушунчасига нисбатан илмий доирада турли муносабатлар илгари сўрилади. У меҳнат субъектига нисбатан аниқ фаолият талаблари ёки айнан, субъектнинг аниқ фаолиятнинг ўзига хос жиҳатларига нисбатан муносабатини тавсифловчи хусусият сифатида қўлланилади. Масалан, тадқиқотчи олим Э.Ф.Зеер касбий компетентликнинг функционал тараққиётини тадқиқ қилиш касбий камолотга эришиш чоғида компетентликнинг турли кўринишлари интеграциялашиб боришини ва улар-нинг касбий муҳим шахс сифатлари билан алоқаси кучайиб боришини кўрсатди. Хусусан, касбий компетентликнинг асосий даражаларига касбий тайёргарлик ва тажриба, ўзини-ўзи англаш, ўз кучига ишониш, ўзга инсонлар томонидан кўрсатилган камчиликларни тўғри қабул қилиш ва шу каби бошка касбий камолотни белгилаб берувчи шахс хусусиятларини киритади.

Компетентлик қуйидаги белгилар билан тавсифланади:

- Ҳар қандай муайян вазиятда, унинг турли хил жиҳатларини ҳисобга олган ҳолда билимларни ўз ўрнида ва тезкорлик билан тўғри қўллай олиш;

- қарорларни қабул қила олишга қодирлик ва тайёрлик, шу билан бирга, мазкур вазият учун энг мақбул қарор вариантини танлай олиш;

- ижтимоий ҳаракатларни ташкил этиш ва бунинг учун барча имкониятларни ишга сола олиш;

- фаолият доирасида бошқа одамлар билан ўзаро муносабатларни аник мақсадларни кўзлаган холда ва мақсадга мувофиқ, мақбул тарзда ўрната олиш имконини берадиган коммуникатив кўникмалар;

- муайян маънавий қадриятлар, дунёқараш, умуммаданий ва ахлоқий сифатларга эгалик, фаолиятга интилиш хиссининг мавжудлиги;

- ўзининг ижодий имкониятларини ривожлантириш, фаолиятнинг янги усулларини эгаллашга интилиш.

Касбий компетентликни шакллантиришнинг мақсади касбий ва шахсий ривожланиш жараёнида таълим олувчининг ўз-ўзини англаш, баҳолаш ва бошқариш каби таркибий қисмларни ривожлантириш ҳамда таълим муассасаларида ишлашга тайёрлаш ҳисоблансада, шулар билан биргаликда уларнинг умумкасбий ва ихтисослик фанлари асосларини ўрганиш вазифалари қўйидагилардан иборат булиши керак:

- педагогнинг касбий фаолиятида педагогик, умумкасбий ва ихтисосликка оид билимларни ўзлаштиришга нисбатан ижобий муносабатда бўлишга эришиш;

- педагогик ва ишлаб чикариш жараёнларига хос бўлган муаммоли вазиятларда масалаларни ажратиб олиш ҳамда уларни хал килиш усули сифатида педагогик ва техник-технологик тафаккурни ривожлантириш;

- педагогнинг касбий фаолиятида индивидуал таълим методини қуллай олиш, ўкув-педагогик ва ишлаб чиқариш ҳаракатларининг репродуктив ҳамда ижодий усулларини шакллантириш;

- касбий фаолиятида муҳим касбий-педагогик сифатларини, яъни ҳамдардлик, болаларни севиш хиссларини ривожлантириш, касбий ва шахсий ўз-ўзини ривожлантириш эҳтиёжини юзага келтириш.

Касбий (шу жумладан, педагогик) компетентликка эга бўлишда ўз устида ишлаш ва ўз-ўзини ривожлантириш мухим ахамиятга эга.

Касбий-педагогик фаолиятни ташкил этишга тайёрланиш, касбий-педагогик вазифаларни оқилона ҳал қилиш, фаолияти натижаларини реал баҳолаш, билим, кўникма, малакаларни изчил ривожлантириб бориш бўлиб, ушбу компетентлик негизида психологик, методик, информацион, креатив, инновацион ва коммуникатив компетентлик кузга ташланади. Улар ўзида кўйидаги мазмунни ифодалайди:

- Психологик компетентлик педагогик жараёнда соғлом психологик мухитни ярата олиш, талабалар ва таълим жараёнининг бошқа иштирокчилари билан ижобий мулоқотни ташкил этиш, турли салбий психологик зиддиятларни ўз вақтида англай олиш ва бартараф эта олиш;

- Махсус компетентлик методик компетентлик педагогик жараённи методик жиҳатдан оқилона ташкил этиш, таълим ёки тарбиявий фаолият шаклларини тўғри белгилаш, метод ва воситаларни мақсадга мувофиқ танлай олиш, методларни ва воситаларни муваффақиятли, самарали қўллай олиш;

- Информацион компетентлик ахборот муҳитида зарур, муҳим, керакли, фойдали маълумотларни излаш, йиғиш, саралаш, қайта ишлаш ва улардан мақсадли, ўринли, самарали фойдаланиш;

- Креатив компетентлик педагогик фаолиятга нисбатан танкидий ва ижодий ёндашиш, ўзининг ижодкорлик малакаларига эгалигини намойиш эта олиш.

- Инновацион компетентлик педагогик жараённи такомиллаштириш, таълим сифатини яхшилаш, тарбия жараёнининг самарадорлигини оширишга доир янги ғояларни илгари сўриш, уларни амалиётга муваффақиятли татбиқ этиш.

- Коммуникатив компетентлик таълим жараёнининг барча иштирокчилари, жумладан, талабалар билан самимий мулоқотда бўлиш, уларни тинглай олиш, уларга ижобий таъсир кўрсата олиш.

- Шахсий компетентлик (ўз-ўзини ривожлантириш, ўз-ўзини намоён этиш, индивидуал компетентлик эса ўз-ўзини бошқариш, касбий ривожланиш ва янгиликлар яратиш) изчил равишда касбий ўсишга эришиш, малака даражасини ошириб бориш, касбий фаолиятда ўз ички имкониятларини намоён қилиш. Шахсий компетентлик таҳлил қилиш асосида ютуқ ва камчиликларини аниқлаш.

- Технологик компетентлик касбий-педагогик билим, кўникма, малакаларни бойитадиган илғор технологияларни ўзлаштириш, замонавий восита, техника ва технологиялардан фойдалана олиш.

- Экстремал компетентлик фавкулотда вазиятлар (табиий офатлар, технологик жараён ишдан чиққан)да, педагогик низолар юзага келганда оқилона қарор қабул қилиш, тўғри ҳаракатланиш малакасига эгалик

қилиш ва ўзини ўзи баҳолаш орқали аниқланади.

Ютуқларини бойитиш ва камчиликларни бартараф этиш юзасидан аник; қарорга келиш.

Ушбу қарор бўйича амалий ҳаракатларни самарали ташкил этиш йўлларини излаш

Хато ва камчиликларни такрорламасликка интилиш

Қабул қилинган қарорнинг изчил бажарилишини доимий назорат қилиб бориш.

сифатларига эга бўлишида уларнинг ўз-ўзини баҳолаш малакаларига эгалиги ҳам муҳимдир.

Ўзини ўзи баҳолаш - шахснинг ўз-ўзини таҳлил қилиши орқали ўзига баҳо бериши. Ўзини ўзи баҳолаш субъект учун шахсий имкониятларини ҳисоб-китоб қилиш, ўзига объектив баҳо бериш, ўзидан қониқишни таъминлайди.

Ўз-ўзини баҳолаш шахснинг қобилиятини ўз кучи билан юзага чикишига ёрдамлашиши зарур. Ўз-ўзини баҳолаш қийин, лекин шахсни бунга бевосита тайёрлаш мумкин. Ҳар кандай мутахассисда бўлгани каби педагогнинг ҳам ўзини ўзи самарали баҳолай олишига бир катор омиллар таъсир курсатади.

Ўзини ўзи самарали бахолаш омиллари:

1. Ўзини тушуниш (ўзи ҳақида аниқ маълумотларга эга бўлиш).

2. Шахс сифатида ўз қадр-қимматини англаш (ўзи тўғрисидаги ижобий маълумотларни тўплаш).

3. Ўзини-ўзи назорат қилиш (ўзи тўғрисидаги шахсий фикрнинг атрофдагилар томонидан унга берилаётган баҳога мос келиши).

Ўз-ўзини баҳолаш даражаси шахснинг ўз-ўзидан қониқиши ёки қониқмаслигини белгилаб беради. Бунда ўз-ўзини баҳолаш кўрсаткичлари шахс имкониятларига мос келиши лозим. Ўзини ўзи ошириб ёки пасайтириб кўрсатиш ўз-ўзини баҳолаш кўрсаткичларининг нотўғри бўлишига олиб келади.

Хулоса сифатида шуни айтиш мумкинки, мамлакатимизда бугунги кунда меҳнат бозорида юзага келадиган кучли рақобатга бардошли бўлиш эхтиёжи хар бир мутахассисни ўзида касбий компетентлик ва унга хос сифатларни таркиб топтиришга ундайди. Луғавий жихатдан «қобилият», мазмунан эса «фаолиятда назарий билимлардан самарали фойдаланиш, юқори даражадаги касбий малака, маҳорат ва иқтидорни намоён эта олиш» маъносини англатувчи компетентлик негизида муайян сифатлар намоён бўлади.

Фойдаланилган адабиётлар руйхати:

1. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш - юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. - Т.: «Ўзбекистон», 2017.

2. Drapeau Patti. Sparking student creativity (practical ways to promote innovative thinking and problem soving). - Alexandria - Virginia, USA: ASCD, 2014. -P. 4.

3. Ишмухамедов Р., Мирсолиева М., Ўқув жараёнида инновацион таълим технологиялари. - Т.: «Fan va texnologiya», 2014. -60-б.

4. Зеер Э.Ф., Шахматова Н. Личностью ориентированные технологии пофессионального развития специалиста. - Екатеринбург, 1999.

5. Маркова А.К. Психология профессионализма. - М.: «Знание», 1996.

6. Муслимов Н.А. Булажак касб таълими укитувчиларини касбий шакллантириш. / Монография. - Т.: «Фан», 2004.

7. Муслимов Н.А., Н.Каримова. Касб таълими укитувчиларининг амалий компетентлигини шакллантириш технологияси. - Т.: «Иктисодиёт», 2012.

8. Муслимов Н.А., Усмонбоева М.Х., Сайфуров Д.М., Тураев А.Б., Инновацион таълим технологиялари. - Т.: «Сано стандарт», 2015.

(Ишмухамедов Р., Мирсолиева М. Укув жараёнида инновацион таълим технологиялари. -Т.: <^ап va texnologiya», 2014. -60-б.)

9. Drapeau Patti. Sparking student creativity (practical ways to promote innovative thinking and proЬ1ет soving). -Alexandria-Virginia, USA: ASCD, 2014. -P. 4. (Инновацион таълим технологиялари. / Муслимов Н.А., Усмонбоева М.Х,., Сайфуров Д.М., Тураев А.Б. - Т.: «Сано стандарт», 2015.)

10. Маркова А.К. Психология профессионализма. - М.: «Знание», 1996.

TURIZM XIZMATLARINI RIVOJLANISHIGA TA'SIR ETADIGAN MUAMMO VA ISTIQBOLLARI

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Menejment va kasb ta’limi fakulteti

Xorijiy tillar kafedrasi

Ingliz o'qituvchi: A.A. Sharipov

Izoh: Maqolada: turizm xizmatlarini tashkil etish, turizm infratuzilmasini rivojlantirish, turistlar uchun mo'ljallangan ob'ektlarning har tomonlama maqbulligi va imkoniyatlarini yaratish.

Kalit so'zlar: sayohat xizmatlari, turizm infratuzilmasi, diversifikatsiya, erkin turistik hududlar, zamonaviy turizm infratuzilmasi, klaster.

Annotation: *The article made: the organization of tourism services, the development of tourism infrastructure, the comprehensive acceptability and capabilities of facilities intended for tourists.*

Key words: *travel services, tourism infrastructure, diversification, free tourist areas, modern tourism infrastructure, cluster.*

Аннотация: *В статье рассмотрены: организация туристского обслуживания, развитие туристической инфраструктуры, комплексная приемлемость и возможности объектов, предназначенных для туристов.*

Ключевые слова: *туристические услуги, инфраструктура туризма, диверсификация, свободные туристические зоны, современная инфраструктура туризма, кластер.*

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2018-2019-yillarda turizm sohasini rivojlantirishning birinchi navbatdagi chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qaroriga asosan ko‘plab viloyatlarda qirg‘oqlarda beshta yangi zamonaviy dam olish maskani tashkil etish rejalashtirilgan. Yaqin kelajakda O‘zbekiston Respublikasining viloyat tumanlarida turizm klasteri loyihasini amalga oshirish istiqbollari quyidagi bosqichlarga bo‘linadi: 1) ekoturizm; 2) agroturizm va 3) etnik turizm. Turizm va rekreatsiya klasteri jarayoni xizmatlar bozorida turistik mahsulotlar rivojlanishiga ta'sir qiluvchi zaruriy omil hisoblanadi. Bugungi raqobat muhiti har qanday sayyohlik kompaniyasining asosiy maqsadi iste’molchilarni o‘zlari ko‘rsatayotgan xizmatlarga jalb etish ekanligini taqozo etmoqda.

O‘zbekiston Respublikasida turizmni rivojlantirish borasida amalga oshirilayotgan islohotlar natijasida sohada tub o‘zgarishlar ro‘y berdi va yuksak natijalarga erishildi. 2018-yilda amalga oshirilgan islohotlar natijasida turistlarning harakatchanligi ham mahalliy sayyohlar, ham xorijiy sayyohlar hisobidan keskin oshadi. 2016 yilda xorijiy sayyohlar soni 2027 000 nafar, mahalliy sayyohlar soni 4125555 nafar, 2017 yilda 489 6397 nafar, xorijiy sayyohlar soni 12363585 nafar, 2018 yilda mahalliy sayyohlar soni 5300 ming va xorijiy sayyohlar – 14 589 641 kishi. 2019-yilda mahalliy sayyohlar soni 58,8 million kishini, xorijiy sayyohlar soni esa 18 183 816 nafarni tashkil etishi kutilmoqda.

2020-2022-yillarda iqtisodiy faoliyat turlari, xizmatlar ko‘rsatish hisobiga yalpi ichki mahsulotning o‘sishi 2020-yilda 5,7 foiz, 2021-yilda 6,0 foiz va 2022-yilga kelib 6,2 foiz darajasida prognoz qilinmoqda. Hududlarda turizmning rivojlanishiga quyidagi omillar ta’sir ko‘rsatmoqda: ekoturizmni tashkil etish uchun ko‘proq sayyohlarni jalb qilish mexanizmini ishlab chiqish va joriy etish, xorijiy mamlakatlarda turizm bilan hamkorlikni kuchaytirish, turizm tashkilotlari va sayohatchilarning yuqori sifatli turizm mahsulotlarini jahon bozoriga targ‘ib qilish va sotish bo‘yicha faoliyati, yo‘nalish belgilarini ko‘paytirish. kamida bir nechta tillarda sayohat qilish, axborot markazlarini ko'paytirish, Internet portali, odamlar gavjum joylarda turistik xaritalarni joylashtirish, uv Turistik saytlarda sayohat markerlarini ko'paytirish, barcha turistik tashkilotlar shaharlarda bitta Internet portalida mavjud, o'z vaqtida yangilanadi. joylar, do'konlar va boshqalar haqidagi barcha ma'lumotlar.

Yaqin kelajakda O‘zbekistonda turizm xizmatlari bozorini rivojlantirish bo‘yicha quyidagi strategiya ishlab chiqilishi kutilmoqda:

- mavjud turistik xizmatlar va bozorlarni rivojlantirish hamda turistik mamlakatlarning turizm (tabiiy, madaniy va tarixiy) resurslarining holatini hisobga olgan holda yangilarini yaratish;
- turistik faoliyatni rejalashtirish va rivojlantirish va uning xavfsizligini ta'minlashda mahalliy hamjamiyat va mahalliy hokimiyat organlarini jalb qilish;
- har bir tomonning ehtiyojlarini qondirish va ularning ehtiyojlarini qondirish uchun sayohat tashkilotchilari va mahalliy tuzilmalar o'rtasidagi aloqalarni rivojlantirish;
- mahalliy aholi farovonligini oshirish, soliq, bojxona va boshqa turizm yo‘lidagi to‘siqlarni bartaraf etish, bunda turizm xizmatlari narxlarini turistlar uchun qulay va turizm sohasi uchun foydali darajada ushlab turishga e’tibor qaratish;
- investitsiya kiritishda atrof-muhitni muhofaza qilishni hisobga olish (qurilish, arxitektura, antropogen ta'sirlar);
- aniq marketing va xizmatlar uchun katta resurslarni ajratish, ma'lum guruhlarga mansub turistlarni izlash va ularga taklif etilayotgan xizmatlar haqida ma'lumotni tashkil etish;
- turizm sohasi xodimlarining kasbiy darajasini oshirish;

- guruh bo'sh vaqt tizimini rivojlantirish (taymshar).

Turizmda mahalliy aholi va viloyat aholisidan tashqari mahalliy sayyohlarning ham ishtirok etishi atrof-muhitni muhofaza qilish, madaniyatini oshirish, azaliy an’analarni saqlash, uning tarixi, milliy-madaniy o‘ziga xosligini chuqurroq bilish darajasini oshiradi. Bu sayyohlar va mahalliy aholining mahalliy aholining an'analari, urf-odatlari, madaniyati va ijtimoiy an'analariga hurmatini oshiradigan chora-tadbirlar majmuasidir. Ular quyidagilar:

A) Erkin turistik hududlarni rivojlantirish Ichki turizmni rivojlantirish Zamonaviy turizm infratuzilmasini rivojlantirish;

B) Yangi turistik hududlarni yaratish Sayohat xizmatlarini yaxshilash Xizmat ko'rsatish ob'ektlarini rivojlantirish;

C) Investitsion maqsad An'analar, urf-odatlar, madaniyatga hurmatni shakllantirish Axborot markazlari, Internet portalini ko'paytirish;

D) Turizm innovatsiyasini joriy etish Tabiiy resurslarni saqlash Sog'lom turmush tarzini targ'ib qilish;

E) Turizm klasterlarini tashkil etish turizm xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha ma’muriy chora-tadbirlarni joriy etish Yo‘l belgilari, xaritalar, turistik ma’lumotlarni o‘rnatish.

Communication.

Turizm sohasining jadal rivojlanishini ta’minlash maqsadida erkin turistik zonalar tashkil etish bo‘yicha qator hukumat qarorlari qabul qilindi. Asosiy e’tibor sohaga yangi sarmoyalarni joriy etish va shu bilan birga ilg‘or jahon tajribasi va innovatsiyalarini tadbiq etishga qaratilmoqda.Ushbu masalani o‘rganishda asosiy e’tibor va muammoning ijobiy hal etilishi uning ahamiyatini belgilaydi. Ushbu muammoning hozirgi yuqori ijtimoiy-iqtisodiy ahamiyati va uning etarli darajada tushunilmaganligi tadqiqot mavzusining dolzarbligini anglatadi.

Reference list:

1. Bobonazarov Djamil. Effective socio-economic mechanisms for increasing rural women’s employment // Society and Economics. 2019. C.115.
2. Appendix 1 to the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated February 7, 2017 No. UP 4947 Strategy of action in five priority areas of the development of the Republic of Uzbekistan for 2017-2021 http://strategy.gov.uz. -7 p.
3. Pardaev M.K. and other Development of services, services, and tourism: problems and solutions. Tashkent, IQTISOD-MOLIYA, 2008. – 20-23 pages.
4. Travel&tourismglobal economic impact& issues 2017, World travel & tourism council, United Kingdom, 2017.
5. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated January 3, 2015 PF-5609 “On the development of an effective model of state regulation and management of the integrated development of the Jizzakh region”. National Legislation Database, 04.01.2019 y., №-06/19/5609/2453.

USE OF VIDEO MATERIAL IN TEACHING FOREIGN LANGUAGES

Shokirova M.M.
Tashkent chemical-technological institute, Tashkent, Uzbekistan. +998990031033

Abstract

This article is devoted to the importance of use of video material at teaching FL. It is known that video material, which exposes the life of the country of studied language, serves to develop the communicative competence in the field of teaching FL.

Key words: communicative competence, FL, psycholinguistic capacity, intensification, authentic material, visual, acoustical.

Аннотация

Ушбу мақола ХТ ўрганишда видео материалдан фойдаланишнинг муҳимлигига бағишланган. Маълумки, тили ўрганилаётган мамлакат ҳаётини ифодаловчи видео материал ХТ ўқитиш соҳасида мулоқот қобилятини ривожлантириш учун самарали хизмат қилади.

Калит сўзлар: мулоқот кўникмаси, ХТ, психолингвистик қобилят, кучайтириш, мувофиқ маълумот, кўришга оид, эшитишга оид.

Аннотация

Данная статья посвящена значению использования видеоматериалов в изучении иностранных языков. Как известно, использование видеоматериалов, изображающие жизнь странны изучаемого языка эффективно способствует развитию устной речи в сфере обучения иностранных языков.

Key words: коммуникативная компетентность, ИЯ, психолингвистик особенность, интенсификация, аутентичный материал, визуальный, слуховой.

Among problems in teaching methods of foreign languages (FL) the communicative competence and ways of its achievement is one of the most actual. Modern interpretations of the communicative competence in the field of teaching FL go back to the definition of American scientist D. Hymes, according to which “the communicative competence - that, it is necessary to know speaking for communications realization in culture significant circumstances”. D. Hymes (in 1972) was the first who proposed that communicative competence should include the social meaning. It is the person that becomes the highlight of communicative competence. The individual‘s linguistic system, the psycholinguistic capacity of the individual, the nature of communication, possibility, feasibility, and appropriateness comprised Hymes‘ understanding of communicative competence. In other words, communicative competence entails knowing not only the language code or the form of language, but also what to say to whom and how to say it appropriately in any given situation. Communicative competence includes knowledge of what to say, when, how, where, and to whom.

To become proficient in the communicative competence on FL, without being in the country of studied language, it is almost impossible. Therefore, an important problem of the teacher is creation of real and imagined situations of teaching at FL lessons, using for this purpose various methods and working methods. The communicative competence is closely connected with linguistic, and with culturology, in particular with the regional geographic competence. Hence, the system of teaching FL should be formed so that the student had been given possibility of acquaintance to culture of the country of studied language. For these purposes authentic materials, including educational video films have great value.

According to the definition of the concept of video materials given in the “Pedagogical Dictionary” by Professor T. Gordon, “video materials” - “these are the means by which you can stimulate the learning process through the auditory and visual channels at the same time”, i.e. video materials consist of visual and audio components.

In his scientific works, I. M. Andreasyan believes that the use of video materials in a FL classes the language has a rather strong response and influence on the emotional background of students, and also affects the formation of a students' personal attitude to what he sees on the screen

Educational video material at lessons include art and documentary films, and as news, advertising in FL. Video films, in our opinion, have the big potential possibilities for an intensification of educational process. Using them promotes realization of the important requirement of communicative methods – to present process of mastering FL as comprehension of live culture speaking another language; an individualization of teaching and development of motivation of speech activity of students.

Use of educational video films effectively for teaching listening and speaking as video recordings develop ability to distinguish and recode speech signals speaking another language. It is obviously that educational video films can be used for presentation of phonetic, lexical and grammatical materials and for performance of the tasks constructed on this material. Thanks to a combination of visual and acoustical activities, video recording acquaints students with authentic samples of speech. Inclusion of authentic video material in process of formation of another language speech creates preconditions for teaching realization on a material of sounding speech of the native speakers functioning under natural conditions of dialogue. Thus, "the effect of presence" and "effect of partnership", promoting increase of interest of trainees to a perceived material, are arisen that undoubtedly stimulate speech and cogitative activity of students. Moreover, use of video recordings at FL lessons promotes individualization and development of motivation of speech activity. It is caused, mainly, by following reasons: the information containing in a film mostly causes interest in students that stimulates their speech activity; at perception of a video material and at its discussion or performance of various tasks, the student can apply acquired by it before knowledge, skills in the course of communications speaking another language.

It is necessary to notice also that the application of video material at lessons promotes the development of the various parties of mental activity, and, first of all, attention and memory. Primary attention passes in the volitional attention. Intensity of attention influences memorization process; use of various channels of received information (visual, acoustical) positively influences durability of perception of a language and regional geographic material. Thus, psychological features of influence of educational video material on students promote an intensification of educational process and create favorable conditions for formation of the communicative competence. Efficiency of use of video material at teaching speaking another language depends not only on correct definition of its place in activity structure, but also from that, activity as educational possibilities of a video film are coordinated with training tasks in view is how much rationally organized. It is necessary to underline that viewing of video of films should have not quantitative, but qualitative character, for that it is necessary to develop the special method directed on development of high-grade ability to perceive language and a sociocultural material. Practice shows that viewing of video material which comes to the end only with an exchange of impressions about seen, is methodically incorrect, and the information most part at such approach remains meaningless students.

It is known that the structure of lesson with video recording use consists of three stages: pre-viewing - a stage of preliminary removal of language and linguistic difficulties; viewing - a stage of demonstration and perception of a video material; post-viewing - control of understanding of the basic maintenance (questions, tasks, paraphrasing orally or written form, preparation of the summary, etc.). In our opinion, it is necessary to give the basic attention to exercises of psychological preparation for perception of the information, to ability development to analyze language and sociocultural information, and to the perfection of reproductive and productive speech activity.

Thus, use of educational video material at teaching FL will allow to form the communicative competence of students speaking another language, to develop skills of audition, to raise motivation and intensity of language preparation of students, will allow to increase volume and to raise teaching material level during time taken away for employment.

References:

1. Jack Richards and Theodore S. Rodgers Approaches and Methods in language Teaching. Cambridge University Press, 2001.

2. Пассов, Е. И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению: пособие для учителей иностранных языков / Е. И Пассов. – М.: Просвещение, 1991.

3. Gordon T. Teaching Young Children a Second Language. Eds. Fromberg, D.P. and Leslie R. Williams. – London: Praeger, 2006.

4. Андреасян, И.М. Практический курс методики преподавания иностранных языков. — Минскб 2009.

TERMINOLOGIK LUG’ATLARNI TASNIFLASH

Meyliyev Muzaffar

TKTI Xorijiy tillar kafedrasi o‘qituvchisi

+998909460141 muzaffarmeyliyev8@gmail.com

Kalit so‘zlar: Lug‘atlar,lingvistik lug‘atlar,ensiklopedik lug‘atlar,lug‘atlar tipologiyasi,bir tilli va ko‘p tilli lug‘atlar

ANNOTATSIYA

Bugungi kunda leksikografiya alohida fan sifatida o‘z predmeti va muammolariga egadir.Ushbu maqola lug‘atlar, ularning turlari va qo‘llanish sohalari ko‘rib chiqilganligi bilan ham muhimdir.Bundan tashqari lug‘atlarning tarixiga ham qisqacha to‘xtalib o‘tiladi. Lug‘atshunoslik muammolari yechimiga bir nechta yondashuvlar ko‘rsatilgan. Xususan, lug‘atlar turlari haqidagi turlicha qarashlar maqolada ilmiy xulosa sifatida o‘z yechimini topgan. Lug‘atlar, lingvistik lug‘atlar, inseklopedik lug‘atlar, lug‘atlar tipologiyasi, bir tilli va ko‘p tilli lug‘atlar haqida maqolada ilmiy mulohazalar yuritilgan.

Tilshunoslikda lug‘atlarni turlarga ajratish turli sabablarga ko‘ra yuzaga keladi: lug‘atning maqsadi, hajmi, undagi so‘zlar joylashuvi, tavsif obyekti va hokazolarga bog‘liq. Shuni ta‘kidlash kerakki, til ilmida hanuzgacha umumiy qabul qilingan lug‘atlar mavjud emas, ammo uni yaratishga urinish ko‘plab tilshunoslar tomonidan amalga oshirilgan, xususan L. V. Sherba, P. N. Denisov, B. Kemada, Y. Malkil, L. Zgusta va boshqalar lug‘atda keltirilgan leksik birliklarning turiga va birinchi navbatda ularni tasvirlash usuliga qarab, barcha lug‘atlarni ikki katta guruhga ajratadilar: lingvistik (filologik) va nolingvistik yoki (ensiklopedik lug‘atlar).

Lingvistik (filologik) lug‘atlar tilning leksik birliklarining (so‘zlar va frazeologik birliklar) turiga qarab, shu nuqtayi nazardan to‘playdi va tavsiflaydi.

M.V. Moissevning so‘zlariga ko‘ra, lug‘atlarni lingvistik va ensiklopediyaga ajratish muammosi katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Ensiklopedik lug‘atlar ikki turga bo‘linadi: umumiy va maxsus. Ingliz tilidagi eng mashhur umumiy ensiklopediyalar: “The Encyclopedia Britannica“("Britaniya Ensiklopediyasi") 24 jildli va "Encyclopedia Americana" ("Amerika Ensiklopediasi") 30 jilddan iborat. “Encyclopedia Britannica”ning birinchi nashri 1768 yildan 1772 yilgacha uch jildda nashr etilgan. Amerika entsiklopediyasining birinchi nashri (1829-1838) 13 jilddan iborat edi, 1904 yilda u 16 jildda nashr qilindi, 1920 yilda 30 jildga yetdi. Ushbu nashrlarga qo‘shimcha ravishda, boshqa umumiy ensiklopedik lug‘atlar Buyuk Britaniya va AQShda ham mashhur:

“Chambers‘ encylopedia”, “Everymas‘ ecylopedia”, “Collier‘s encylopedia” (Moiseev M.V., 2006, 67-bet).

Maxsus ensiklopedik lug‘atlar ma‘lum bilim sohalariga bag‘ishlangan: adabiy, badiiy, tarixiy va boshqa ensiklopediyalar. Ingliz tilida so‘zlashuvchi davlatlarda o‘z mashhurligiga erishgan maxsus ensiklopedik lug‘atlar Oksford universiteti tahriri ostida nashr etilgan quyidagilardir: “The Oxford Companion to English Literature”, “The Oxford Companion to American Literature”, “The Oxford Companion to Theatre”

Barcha lingvistik lug‘atlarni ularda ko‘rsatilgan tillarning soniga qarab uch turga bo‘lish mumkin:

-bir tilli;

-ikki tilli;

-ko‘p tilli.

So‘nggi ikki tur ko‘pincha tarjima lug‘atlari deb ataladi.

Monolingvistik lug‘atga misol qilib, “Longman Dictionary of Contemporary” lug‘atini ko‘rsatish mumkin. Turli leksikograflarning lingvistik lug‘atlarining ko‘p tilli tasnifi ularning yondashuviga qarab bir oz farq qiladi. Amerikalik leksikograflar an‘anaviy ravishda ingliz tilidagi lingvistik lug‘atlarni

- general dictionaries (umumiy lug‘atlar);

- subject dictionaries (tematik yoki mavzulashtirilgan lug‘atlar);

- special purpose dictionaries (maxsus lug‘atlar);

Umumiy lingvistik lug‘atlarning odatiy vazifasi bu izohlash yoki tarjima qilishdir . Mavjud lug‘at to‘liq maxsus maqsadli lingvistik lug‘atning biron bir sohasini ba‘zida ancha keng (masalan, frazeologik lug‘at, chet el so‘zlari lug‘ati), ba‘zida esa ancha tor (masalan, yangi tug‘ilgan chaqaloqlarga berilgan shaxsiy ismlar lug‘ati) darajada rivojlantiradi.

Lug‘atdagi so‘zlarni tashkil etish usuliga ko‘ra lug‘atlarning maxsus turi- ideografik lug‘atlar

(thesauruslar) ni ajratish mumkin.

Thesaurus - bu inson ega bo‘lgan bilimlarning butun yig‘indisidir. Terminning bunday polemiziyasi nomaqbuldir. V.V. Morkovkin ideografik lug‘atlarni uch turga ajratadi:

-ideografik tezauruslar;

-ta‘lim tipidagi ideografik lug‘atlar

-anologik lug‘atlar.

Anologik lug‘atlarda leksik birliklarning umumiy- ma‘noviy qo‘shilmasi aniqlangan so‘z markazida alifbo tartibida joylashadi.

Lug‘atlar xarakteriga ko‘ra izohli lug‘atlar, umumiy lug‘atlar va xususiy lug‘atlarga bo‘linadi. Umumiy izohli lug‘atlar o‘zida tilning bir qismini emas, balki butun leksik tizimini aks ettiradi. Ushbu lug‘atlarga quyidagilar kiradi: “Oxford English Dictionary”, “Webster‘s Third New International Dictionary”

Xususiy izohli lug‘atlarga milliy til leksikasining ma‘lum bir sohasini aks ettiruvchi lug‘atlar kiradi. Masalan, frazeologik birliklar lug‘atlari (idiomolar), lahjalar yoki jargonlar lug‘atlari. Masalan: “The Oxford Dictionary of American Slang” (1992) va “Oxford Dictionary of Idioms” (1999) kabilar xususiy izohli lug‘atlarning yorqin namunasidir.

Lug‘atlar tipologiyasi muammolariga ilmiy nazariyachi sifatida birinchi bo‘lib L. V. Sherba murojaat qildi. U quyidagi parametrlarni ajratib ko‘rsatdi: normativlik, lug‘atning to‘liq tavsifi, lug‘atning joylashish prinsipi (alifbo yoki ideografik), lug‘atning maqsadi (izohli yoki tarjima), xronologik yo‘nalish.

L. V. Sherba lug‘atlarning tasnifida olti asosda qarama-qarshilikni taklif qildi:

1. Akademik turdagi lug‘at - lug‘at-ma‘lumotnoma. Akademik turdagi lug‘at me‘yoriy bo‘lib, unda berilgan leksik tizimda tavsiflovchi faktlar bo‘lmaydi. Akademik lug‘atlardan farqli o‘laroq, ma‘lumotnoma lug‘atlarida so‘zlarning kengroq doirasi, adabiy til chegaralaridan chiqib ketadigan normalar haqida ma‘lumotlar bo‘lishi mumkin.

2. Ensiklopedik lug‘at - umumiy lug‘at. Inseklopedik lug‘atlar biror narsa yoki voqelikni tasvirlaydi. Lengvistik lug‘atlar esa so‘zni tasvirlaydi.

3. Tezarus – izohli yoki tarjima lug‘atlar.

Ushbu turdagi lug‘atlarning o‘ziga xos xususiyati shundaki, ularda biron bir tilda uchraydigan barcha so‘zlar, hatto umumiy matnda kamida bir marta qo‘llanilgan so‘zlar ham ma‘lum qisqartma ma‘lumotlar bilan izohlanadi

4. Oddiy (izohli yoki tarjima)lug‘at- Idiologik (idiografik) lug‘at.

Idiografik lug‘atda so‘zlar ma‘nosi jonli aloqani ko‘rsatadigan tarzda tasniflanishi kerak. Aniqroq aytganda, oddiy lug‘atni “fonetik so‘zlar ro‘yxati” deb, idografik lug‘atni esa so‘z ma‘nolari, sinonimlari va izohlari deb aytish to‘g‘ri bo‘ladi.

5. Izohli lug‘at-tarjimali lug‘at.

Izohli lug‘atlar adabiy tilni yoki uning boshqa elementlarini tushuntirish, normallashtirish yoki biron bir sababga ko‘ra unchalik aniq bo‘lmagan so‘zlarga izoh berish maqsadlarida qo‘llaniladi. Shuning uchun ham izohli lug‘atlarning vazifasi faqat adabiy til me‘yorlarini o‘rnatish emas, balki uni boyitish, eng muhimi, shu boylikni yanada rivojlantirishdan iboratdir. Izohli lug‘atlar, avvalambor, ushbu tilning ona tilida so‘zlashuvchilari uchun mo‘ljallangan. Tarjima lug‘ati chet tilidagi matnlarni tushunish zaruriyatidan kelib chiqadi. Ammo bu ehtiyojni qondirish ko‘pincha chet el adabiy tilining boyligini tarjima qilish orqali milliy tilga aylanish jarayoni bilan bog‘liq.

6. Tarixiy bo‘lmagan lug‘at –tarixiy lug‘at

L. V. Sherbaning so‘zlariga ko‘ra, tarixiy lug‘atlar atamasi ma‘lum bir davr yoki davrdan boshlab barcha so‘zlar tarixini namoyon qilib beradigan lug‘atdir. Bu lug‘atning ahamiyati shundaki, yangi so‘zlar va yangi ma‘nolarning paydo bo‘lishi, ularning nutqda ishlatilmay qolishi bilan bir qatorda so‘z ma‘nolarining o‘zgarishini ham tahlil qiladi.

Taniqli chex leksikografi L. Zugusta lug‘atlar tipologiyasining asosi sifatida bir necha tamoyillarni qo‘ydi. U barcha lingvistik lug‘atlarni turli mezonlarga ko‘ra bir necha guruhlarga ajratdi. Uning ma‘lumotlariga ko‘ra asosiy tasnif bu sinxronik va diaxronik lug‘atlardir.

Diaxronik lug‘atlar leksik birliklarning rivojlanish tarixini o‘rganadi. Bu turdagi lug‘atlarga etimologik va tarixiy lug‘atlar kiradi. Tarixiy lug‘atlar ingliz tili leksikasining ma‘lum bir berilgan vaqt oralig‘idagi rivojlanish jarayonini tavsiflaydi. Bunga misol qilib, O‘rta asr ingliz tilidagi “Stratmann‘s Middle English Dictionary”, qadimiy ingliz tilidagi “An Anglo-Saxon Dictionary” lug‘atlarini ko‘rishimiz mumkin.

Etimologik lug‘atlar so‘zning kelib chiqishini tushuntirishga, asl shakli va boshlang‘ich ma‘nosini belgilashga qaratilgan. Ingliz tilining eng nufuzli etimologik lug‘atlardan yana biri “ The Oxford Dictionary of English Etymology” (ingliz etimologiyasining Oksford lug‘ati) lug‘atidir. So‘zlar tarixi va ularning etimologiyasi haqidagi katta izohli lug‘at bu “The Oxford English Dictionary” lug‘atidir. Sinxronik lug‘atlar tilning rivojlanish bosqichida faqat leksik tarkibni aks ettiradi.

Professor I.V. Arnold o‘zining lug‘at belgilariga qarama-qarshi tamoyiliga asoslanib, lug‘atlarni tasniflashni taklif qildi. Professor Arnold maxsus monolingual va ikki tilli lug‘atlarni terminologik lug‘atlar, konkordanslar lug‘ati (Bitta muallif asarlari yuzasidan tuzilgan lug‘atlar), antonim va sinonimlar lug‘ati, o‘zlashgan so‘zlar lug‘ati, neologizmlar lug‘ati, qisqartmalar lug‘ati, maqollar lug‘ati, shaxsiy ism va familiyalar lug‘ati va toponimlar lug‘atlariga ajratgan

Leksikografiyadagi konkordans (muallif lug‘atlari yoki bir xil muallifning lug‘atlari deb ataladi) bu yoki boshqa muallifning asarlarida keltirilgan barcha so‘zlarni, masalan, Shekspir asarlari konkordansi. Arnold lug‘atlarining yana bir turi leksikografiyada ba‘zan onamastikon deb ataladigan maxsus lug‘atlarga ishora qiladi. Antroponim va toponimlarning lug‘atlari ushbu turga tegishli. Ikkala turdagi lug‘atlarda, qoida tariqasida, ismlar va toponimlarning etimologiyasi hamda tarixi haqida ma‘lumotlar mavjud, antroponimik lug‘atlar ba‘zida haqiqiy dunyoda ham, adabiyotda ham mashhur ism va familiyalar haqida asosiy ma‘lumotlarni beradi.

Shunday qilib lug‘atlar tipologiyasi tilshunoslikning muhim tadqiqot manbasi bo‘lib qolishi bilan birga, o‘z izlanuvchilarini kutib turgan ilmiy sohadir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. X. Kasares " Zamonaviy leksikografiyaga kirish"- 1958, 116 bet

2. L. P. Stupen "Теория и практика английской лексикография" 115- bet

3. Mahmud Koshg‘ariy "Devoni lug‘atit turk"

4. www.one stop english internet sayti

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВЗРЫВОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТОВ ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ КОЛЕБАНИЙ.

[1]Рўзимов А, [2]Эшпулатов Б.

[1]Ташкентский химико-технологический институт

[2]Навоийский государственный педагогический институт, старший преподаватель

Изучение последствий ряда землетрясений показало существенное влияние сложных горно-геологических условий и рельефа местности на интенсивность сейсмических колебаний на поверхности земли.

Вопрос о влиянии рельефа местности на параметры сейсмического волнового поля имеет давнюю историю, но, к сожалению, в настоящее время выяснен не до конца. Начало исследований по этому вопросу принадлежит С.В. Пучкову, который внес определяющий вклад разработке методику расчета с учетом параметров сложного рельефа, а также в реальном времени во время тектонических землетрясениях натурных условиях исследовал влияния параметров рельефа на интенсивность сейсмических колебаний[4].

В лабораторных условиях на эластической сейсмической платформе на основе теории расширенного подобия со стороны А.А.Мкртчяна исследовано влияние рельефа местности на интенсивность распространения сейсмических волн, далее следует упомянуть работу[3], где экспериментально исследовалось влияние рельефа на параметры сейсмического волнового поля – амплитуду и спектральный состав колебаний. Результатом научных исследовании относительно влияния рельефа на параметры сейсмического волнового поля стали рекомендации[6], где для выяснения указанного влияния предписывалось проведение инструментальных наблюдений на участках со сложным характером рельефа. Была опубликована статья [2], в которой методом конечных элементов было исследовано влияние рельефа на параметры сейсмических колебаний. Делается попытка решение задачи о влиянии рельефа на параметры сейсмических колебаний методом конечных элементов, объяснить физику процесса распространения сейсмических волн на местности со сложным рельефом.

В этих работах приведены выводы, что из-за рельефа местности различие в силе сотрясения со сложным горно-геологическим условием и рельефом местности, этих пунктах по макросейсмическим данным составляет до 2 балла.

Результаты математического моделирования сейсмического действия взрывов, несмотря на сложность вычислительного аппарата, имеют большую неопределенность, что затрудняет их прямое применение на практике.

Несмотря на большой объем накопленного теоретического и экспериментального материала, исследования в рассматриваемой области нельзя считать достаточно систематизированными, хотя применение современных компьютерных технологий дает большую возможность интерпретировать практически любые результаты.

На основе вышесказанных можно сказать, что экспериментальные методы в натуре остаются основным и самым достоверным источником доброкачественной научной информаций о динамике сооружений и грунтовой среды.

Данная работа посвящена изучению сейсмического эффекта промышленных взрывов в горных местах в целях обеспечения сейсмобезопасности зданий и сооружений.

Формирование и распространение фронта сейсмовзрывных волн вблизи борта карьера имеет особенности и распределение интенсивности волн в этой зоне требует особого подхода изучения. Эти особенности связаны с изменением рельефа поверхности борта карьера, высоты расположения охраняемых объектов относительно взрываемого блока, грунтовых условии и вида борта в плане, который является не маловажным фактором при формировании поверхностных волн. Поэтому особое внимание было уделено изучению картины распространения волн вблизи борта при изучения сейсмического действия подземных взрывов в Джумуртауском каменном карьере.

Для изучения вышеуказанного эффекта были проведены инструментальные наблюдения в Джумуртауском и Каратауском месторождениях при подземных промышленных взрывах.

Полученные записи обработаны, изучены сейсмический эффект промышленного взрыва, колебания горной породы и влияние рельефа местности на интенсивность сейсмических колебаний грунта. При взрывах с помощью сейсмодатчиков, расставленных по измерительным точкам, записывали вступление фронта падающей продольной волны. По записям колебаний грунта (рис.1), полученным в двух пунктах, определено время вступления волны Δt=0,0287 сек. При известных значениях расстояний между пунктами (расстояние равно -100*м*) и времени вступления волны не трудно определить среднее значение скорости продольной волны:

$$C_p = \Delta l / \Delta t = 3484 \text{ м/с} \qquad (1)$$

Из записей колебаний грунта по измерительным точкам на расстояниях 475*м* и 375*м* определено время вступления поперечных волн соответственно:

$\Delta\tau$=0,2023*с* и $\Delta\tau$=0,157*с*. Следовательно, скорости поперечных волн соответственно измерительным точкам определяются:

$$C_{s1} = \Delta l / (\Delta t + \Delta\tau) = 475 \text{ м} / (0{,}0287+0{,}2023) = 2056 \text{ м/с},$$

$$C_{s2} = \Delta l / (\Delta t + \Delta\tau) = 375 \text{ м} / (0{,}0287+0{,}157) = 2019 \text{ м/с}. \qquad (2)$$

Используя приведенные характеристики горной породы и параметры сейсмовзрывных волн можно вычислить по известным формулам упругие характеристики грунта района проведения экспериментальных работ.

На основе анализа записей колебания грунта по высоте горного сооружения определены амплитуды скоростей и периоды колебаний породы. На рис.1*а*-1*в* приведены скорости колебания породы соответственно по измерительным точкам ИТ №1-№3, на рис.1*г* -смещения грунта в измерительной точке №5.

Как показывают записи, величина скорости смещений в волнах по высоте холма растет, т.е. на вершине и середине холма больше, чем на основании горного сооружения примерно 1,2 и 1,9 раза соответственно. При этом периоды колебаний по высоте горного сооружения почти не менялись. По инструментальным данным сила сотрясения на вершине горы относительно

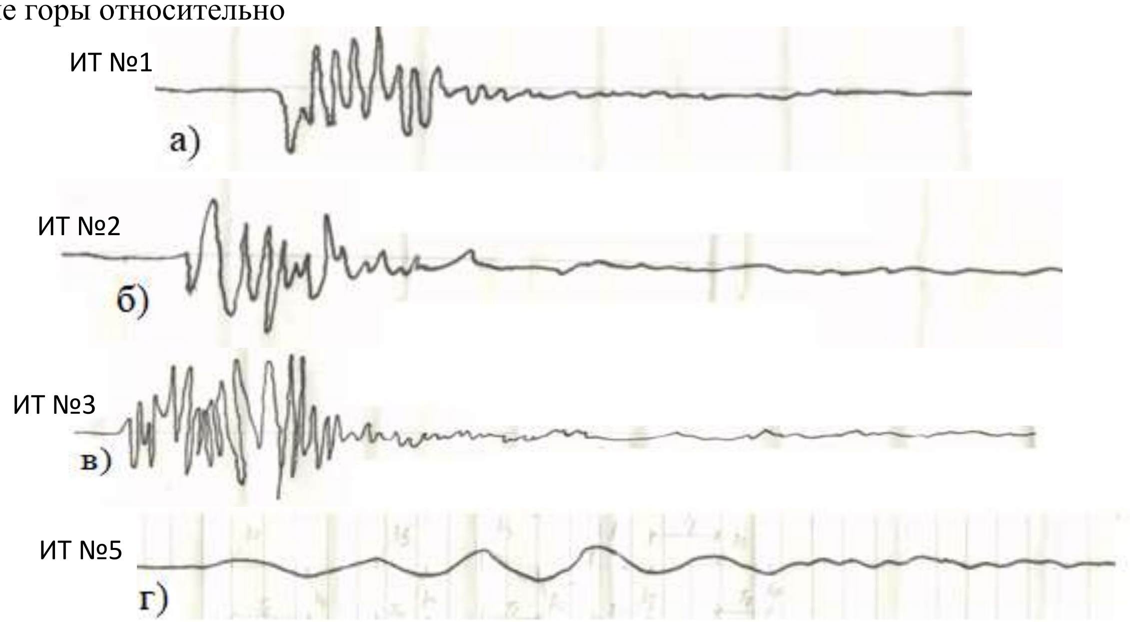


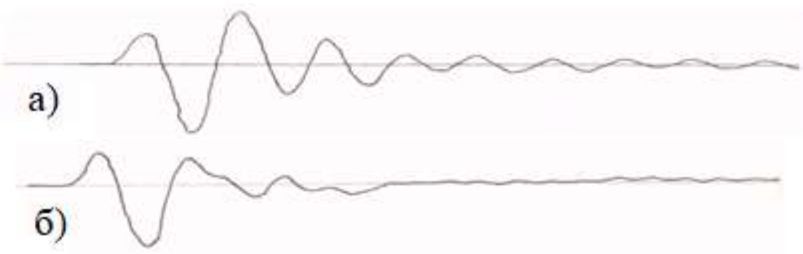
Рис.1. Скорости колебания породы по измерительным точкам ИТ №1-№3(а-в) и смещения грунта в измерительной точке №5(г).

Проф. С.В.Пучковым предложена эмпирическая зависимость, выражающая связь между ускорением на вершине и приращением балльности[4].

С помощью данной формулы можно определить приращения балльности, в отличие от известных формул для расчета приращения балльности на равнинных участках. Выражение слагается из двух составляющих: приращения балльности за счет грунтовых условий и приращения балльности, вызванного рельефом местности:

$$\Delta Б_0 = 3{,}3 lgh W_{гр}/W_{ск} + 3{,}3 lgh W_{в}/W_{о} \quad (3)$$

где $W_{гр}$ и $W_{ск}$ – ускорения на грунте и на скале, а $W_в$ и $W_о$ – ускорения движения на вершине и основании.



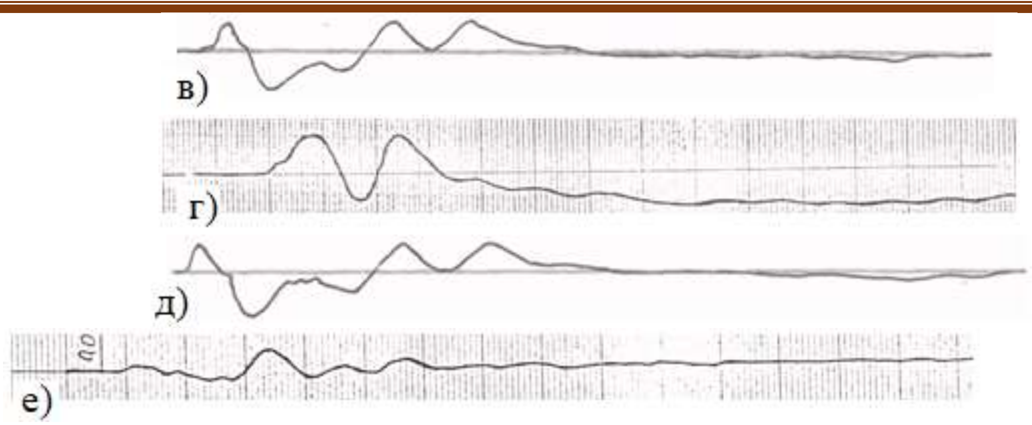


Рис.2. Продольные компоненты колебания грунта по измерительным точкам №1÷№4 (а,б,г,е) и вертикальные составляющие компонент колебания грунта по измерительным точкам №2 и №3(в, д).

Для оценки приращения балльности за счет рельефа местности по формуле (3) рассмотрим вторую часть выражения, представляя колебания горной породы гармоническими:

$$\left.\begin{aligned} W_в &= \frac{4\pi^2}{T_b^2} a_в , \\ W_0 &= \frac{4\pi^2}{T_0^2} a_0 \end{aligned}\right\}. \tag{4}$$

Получим:

$$j_{рел} = 3{,}3\lg\left(\frac{4\pi^2}{T_в^2} a_в \Big/ \frac{4\pi^2}{T_0^2} a_0\right) = 3{,}3\lg\left(\frac{T_0^2}{T_в^2}\cdot\frac{a_в}{a_0}\right) = 3{,}3g\left(\frac{T_0^2}{a_0}\cdot\frac{a_в}{T_в^2}\right). \tag{5}$$

Выражая через скорости смещения можно написать:

$$J_{рел} = 3{,}3\lg\left(\frac{T_0}{V_0}\cdot 2\pi\cdot\frac{V_в}{2\pi T_в}\right) = 3{,}3\lg\left(\frac{T_0}{T_в}\cdot\frac{V_в}{V_0}\right), \tag{6}$$

где $V_в$, V_0 и $T_в$, T_0 – соответственно скорости и периоды колебания горной породы при взрывах на вершине и основании горного сооружения.

На основе инструментальных измерений получим:

$$V_в / V_0 = 1{,}9 , \quad T_в / T_0 \approx 1{,}0 , \quad J_{рел} = 3{,}3\lg(1{,}9) = 0{,}92 \textit{ балла} . \tag{7}$$

Таким образом, приращение интенсивности колебания грунта вызванного горным сооружением в виде холма, оказалось около 1 балла.

В работе [4] приведено выражение для изучения колебаний горного сооружения под действием проходящей сейсмовзрывной волны. Для данного горного сооружения скорости колебаний описываются формулой:

$$V(x,t) = phe^{\alpha^2 x}\left[\frac{tg\beta l - S}{Stg\beta l + 1}\sin\beta x + \cos\beta x\right]\sin pt, \tag{8}$$

где $\beta = \sqrt{\frac{p^2}{c^2} - \alpha^4}$, $S = \frac{\alpha^2}{\beta}$, p– частота колебаний, c – скорость распространения волн, $\alpha = \sqrt{\frac{K_c\gamma}{R}}$, K_c – сейсмический коэффициент, γ- объемный вес породы, R –постоянное напряжение при сдвиге.

Результаты расчета колебаний рассмотренного горного сооружения показывают увеличение амплитуды колебаний по высоте сооружения. Например, отношение значения амплитуды колебания горного сооружения на высоте 17*м* и 30*м* к амплитуде колебания основания составляют 1,3 и 2,0 раза соответственно. Результаты теоретических расчетов показывают хорошее совпадение с результатами инструментальных данных.

Представленные на рис.2 записи колебания грунта получены при взрыве в Каратауском карьере. Результаты анализа показывают, что для одного и того же периода колебаний, максимальное отношение амплитуды колебаний грунта на верхней террасе относительно нижней, составляет в 1,3 раза.

Для теоретического изучения интенсивности колебаний для этого вида рельефа местности рассмотрим породы верхней и нижней террасы как слои одного и того же материала различной мощности. Предположим, что на нижнюю границу слоя из полупространства нормально падает поперечная волна *SH*. Тогда можно рассчитать сотрясения, создаваемые этой волной в слое и на его поверхности. В работе [4] получено выражение для скорости смещений на поверхности сравниваемых слоев и их отношения в виде:

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{\sqrt{\cos^2\frac{p}{c_1}h_1+\alpha^2\sin^2\frac{p}{c_1}h_1}}{\sqrt{\cos^2\frac{p}{c_2}h_2+\alpha^2\sin^2\frac{p}{c_2}h_2}}; \qquad (9)$$

здесь h_1 и h_2 – толщина слоев; $\alpha=\rho_1 v_1/\rho_2 v_2$, c_1 и c_2; ρ_1 и ρ_2; v_1 и v_2 – скорости, плотности и коэффициенты Пуассона грунта основания и слоя.

Сравнение результатов расчета и инструментальных данных показывает некоторые различия в значениях максимальных отношений амплитуд, что объясняется трещиноватостью породы данной местности. Максимальное отношение амплитуд колебаний горной породы на двух террасах, рассчитанное по формуле (9) составляет примерно 1,45. Приращение балльности по данным составляет меньше 0,4 балла.

Данное явление можно объяснить результатом взаимодействия распространяющиеся волн с отраженными с борта карьеры, а также их взаимодействия с переломанными и отраженными волнами. Вследствием данного процесса происходит концентрация энергии выпуклой формой рельефа в верхней части каньона, конечным результатом происходит возрастание интенсивности колебания среды. Разумеется данное условие создается из-за сложного рельефа местности. Не учет данного параметра может привести к дефициту сейсмостойкости зданий и сооружений, находящихся в зоне сейсмического действия.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

- на формирование поверхностной волны и соответственно на сейсмический эффект взрывов при сложном рельефе большое влияние оказывает не глубина взрываемого блока, а соотношение высоты карьера и расстояния до охраняемого объекта;

-при определении сейсмической опасности массовых подземных взрывов необходимо учитывать влияние рельефа поверхности карьера между взрываемым блоком и охраняемым объектом. Применение классической формулы М.А.Садовского даёт большую погрешность при наличии уступов или в зоне сложного рельефа. Для определения уровня интенсивности сейсмовзрывных колебаний в условиях сложного рельефа необходимы инструментальные измерения в каждом конкретном случае;

-на формирование поверхностей волны и соответственно на сейсмический эффект взрывов при сложном рельефе борта карьера большое влияние оказывает не глубина взрываемого блока или разность отметок места взрыва и пункта наблюдения, а соотношение высоты и число уступов на борту карьера и расстояния до охраняемого объекта;

-максимум сейсмовзрывных колебаний наблюдается на некотором расстоянии от края уступа. Сейсмический эффект взрывов при наличии уступов снижается за счет экранирования «первичной» поверхностной волны;

-при определении сейсмической опасности массовых взрывов необходимо учитывать влияние рельефа поверхности борта карьера между взрываемым блоком и охраняемым объектом. Существующие методы и формулы малоэффективно при наличии уступов или в зоне сложного рельефа борта карьера.

Литература

1.Амасян Р.О., Микаелян Э.П. Модельные исследования влияния рельефа местности на распределение сейсмического волнового поля // Вопросы инж. сейсмол., вып.23, М., Наука, 1982, .с. 69-74.

2.Заалишвили В.Б., Мельков Д.А.,Отинашвили М.Г. Использование метода конечных элементов при оценке сейсмической опасности горных территорий //Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №3, 2008.С.49-52.

3.Мкртчян А.А. Влияние рельефа местности на интенсивность распространения сейсмических волн//Совещание: Совершенствование методов расчета и конструирования зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах. Доклады представленные институтами стройматериалов и сооружений Госстроя Армянской ССР и геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР, Ереван, 1967. С. 58-65

4.Пучков С.В. Закономерности колебаний грунта при землетрясении. М., Изд. «Наука» . 1974.

5.Рахмонов Б.С., Сагдиев Х.,Юнусалиев Э.М. Оценка влияния рельефа местности на характеристики сейсмовзрывных волн при промышленных взрывах//Материалы международной конференции «Проблемы механики и сейсмодинамики сооружении» 27-28 май, 2004 г. Тошкент-2004.

6 Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию РСМ-73. В кн.: Влияние грунтов на интенсивность сейсмических колебаний (Вопросы инж. сейсмологии, вып.15), М.: Наука, 1973, С.6-34.

7.Сагдиев Х., Рахмонов Б., Юнусалиев Э. Оценка сейсмического эффекта взрыва и результаты их воздействия на сооружения и грунтовых сред// Материалы IV Российской национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию с международным участием. г. Сочи, 9-13 октября 2001г., ст.-53.

QOVUSHQOQ-ELASTIKLI JISMLARNING SANOATDA QO‘LLANILISHI VA ULARGA DOIR MASALALAR TAHLILI

I. Ortiqova, U. Xakimova,
Farg‘ona davlat universiteti magistrantlari

Hozirgi kunda jahonda konstruksiyalarni loyihalashda ishlatiladigan materiallarning mustahkamlik va turg‘unlik xususiyatlarini baholash uchun turli modellar yaratish va algoritmlar ishlab chiqishga katta e’tibor berilmoqda. Shu sababli kompozit materiallardan tashkil topgan konstruksiyalarning deformatsiyasi, chidamliligi, tebranishi va dinamik barqarorligi kabi qator dolzarb muammolar mavjud bo‘lib, bu muammolarni o‘rganish muhim masalalardan biri hisoblanadi. Ushbu masalalarni o‘rganish ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan sanoat materiallari bilan bog‘liq ko‘plab muammolarini, masalan, konstruksiyalarni ishlab chiqish va loyihalash vaqtida ob’ektning vazni, chidamliligi va ishonchliligi kabi muammolarni hal qilishga yordam beradi.

Ma’lumki, qattiq jismlar mexanikasida amaliy masalalarini yechish jarayonlarida ta’sir etuvchi muhitning holatini o‘rganish alohida ahamiyatga egadir. Bunday holatlarni belgilab beradigan parametrlar odatda konstruksiyaning mexanik xossalarini ifodalaydigan kuchlanish va deformatsiyalar orasidagi bog‘lanish qonuniyatlari orqali aniqlanadi. Bunday qonuniyatlar adabiyotlarda yetarli darajada tahlil etilib, ularni amalda tez uchrab turadigan statik va dinamik masalalarini yechishda keng qo‘llanib kelinmoqda. Keyingi paytlarda zamonaviy uchuvchi apparatlarni yaratish va ularni amalga joriy etish jarayonida tashqi kuchlarga yetarli darajada bardosh beradigan yangi konstruktiv elementlardan foydalanish zaruriyati tug‘ilib qolmoqda. Ular amalda qo‘yiladigan talablarni (mustahkamligi yuqori, iqtisodli metall hajmidan tashkil topgan va boshqalar) qanoatlantirish uchun reologiyasi murakkab xususiyatga ega bo‘lgan tutash muhitlardan tarkib topgan bo‘ladi. Bunday talablar asosida yaratiladigan konstruksiyalar o‘z navbatida elementlar holatini o‘rganishda har tomonlama chuqur va keng nazariy va tajribaviy izlanishlar o‘tkazishni talab etadi.

Sanoatda qo‘llaniladigan aksariyat kompozit materiallar qovushqoq-elastik xususiyatga ega bo‘lgan material bo‘lib, bu materiallardan tebranish keltirib chiqaradigan yoki dempfer sifatida konstruksiyalarda foydalanish so‘nggi yillarda dolzarb mavzuga aylangan.

Qovushqoq-elastiklik nazariyasining rivojlanishining muhim xususiyatlaridan biri bu ushbu sinfga tegishli bo‘lgan masalalarning matematik modellarini ishlab chiqish va shu modelni ifodalovchi masalalarning yechimlarini aniqlash usullari orasidagi bog‘lanishning mavjudligidir. Qovushqoq-elastiklik nazariyasi dastlab standart qovushqoq-elastik jism uchun Foyxt va Kelvin modellari asosida rivojlangan. Ushbu modellar asosida qurilgan qovushqoq-elastiklikka ega bo‘lgan jismlargan bog‘liq bo‘lgan masalalarning matematik modellari boshlang‘ich shartli differensial tenglamalarni yechishga keltirilgan. Hisoblash usullarining rivojlanishi Foyxt va Kelvin modellari asosida ishlab chiqilgan qovushqoq-elastik jismning tashqi va ichki kuchlar ta’sirida kuchlanishini va deformatsiyasini tadqiq qiluvchi modellarning aniqligini baholash imkoniyatini yaratdi. Keltirilgan modellarga asosan boshlang‘ich vaqt momentidagi deformatsiya va kuchlanish tezligi chegaralangan bo‘lib, bu xulosa tajriba nuqtai nazaridan tasdiqlanmagan. Shu sababli keyinchalik nazariy va eksperemental tajribalarga asoslanib kuchlanishlar va deformatsiyalar orasidagi bog‘lanish integral bog‘lanishlar ko‘rinishida ifodalash taklif qilingan. Integral bog‘lanishni ifodalovchi had vorislilik yadrosi va qovushqoq-elastiklik nazariyasi orqali tavsiflanadi:

$$\sigma(t)=E\left[\varepsilon(t)-\int_0^t R(t-\xi)\varepsilon(\xi)\,d\xi\right],\quad \tau(t)=G\left[\gamma(t)-\int_0^t R(t-\eta)\gamma(\eta)\,d\eta\right],$$

bu yerda E - bikirlik moduli, $G=E/2(1+\nu)$ - siljish moduli, $R(t)$ - abal tipidagi kuchsiz singulyarlikka ega bo‘lgan relaksatsiya yadrosi, ν - Puasson koeffitsienti.

O‘zbekistonda inshoot va ob’ektlarni loyihalash hamda tekshirish jarayonlarini matematik modellashtirish, konstruksiyalar holatini baholash uchun xizmat qiladigan hisoblash algoritmlarini ishlab chiqish, hamda zamonaviy kompyuter texnologiyalaridan foydalanib eng maqbul texnik va texnologik yechimlarni ishlab chiqish hamda ularni takomillashtirish hozirgi vaqtdagi asosiy vazifalardan biridir. Ushbu sohadagi tadqiqotlar tahlili vorisli-deformatsiyalanadigan tizimlardagi jarayonlarni modellashtirish sohasidagi muammolarni hali yetarlicha hal qilinmaganligini ko‘rsatdi. Shuning uchun ham konstruksiyalarning deformatsiyalanishining chiziqli va nochiziqli jarayonlarini takomillashgan nazariya asosida modellashtirish, hisoblash usullari va algoritmlarini ishlab chiqish hamda dasturiy majmuani yaratish zarurati tug‘iladi. Kompyuter texnologiyalarining jadal rivojlanishi klassik flatter muammosini o‘rganish bo‘yicha an’anaviy qarashlarni qayta ko‘rib chiqishga, matematik modellashtirishga va hisoblashning sonli usullariga yangi qarashlar bilan yondashishga undaydi. Shu nuqtai nazardan xususiy hosilali integral va integro-differensial tenglamalarga keladigan amaliy masalalarning sonli yechimlarini aniqlashda kompyuter texnologiyalaridan samarali foydalanish masalasi muhim sanaladi. Yuqoridagilardan kelib chiqib, vorisli deformatsiyalanuvchi (qovushqoq-elastik) materiallardan tashkil topgan konstruksiyalarning deformatsiyasi, chidamliligi, tebranishi va dinamik barqarorligi kabi amaliy masalalarni tadqiq qiluvchi matematik modellarini ishlab chiqish va ularning sonli hamda analitik yechimlarini aniqlash borasida tadqiqotlar olib borish dolzarb muammolardan biridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Бадалов Ф.Б. Методы решения интегральных и интегро-дифференциальных уравнений наследственной теории вязкоупругости. – Ташкент. "Мехнат". 1987. 269с.
2. Badalov F. B., Khudayarov B. A., Abdukarimov A. Effect of the hereditary kernel on the solution of linear and nonlinear dynamic problems of hereditary deformable systems // Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2007, 36(4), pp. 328–335. doi:10.3103/S1052618807040048
3. Усмонов Б.Ш., Рахимов К. О., Моделирование и анализ численных исследований задач линейных и нелинейных наследственно-деформируемых систем в среде Matlab // Проблемы вычислительной и прикладной математики. - 2021. - №4(34). - с. 50-59.

АБИТУРЕНТЛАРНИ ҚАБУЛИНИ РЕЖАЛАШТИРИШДА НОРАВШАН МОДЕЛЛАР АСОСИДА ҚАРОР ҚИЛИШНИ ҚЎЛЛАБ-ҚУВВАТЛАШ

Б. Ш. Усмонов, Қ.Рахимов.

Аннотация. Ўқишга қабул қилишни режалаштириш жараёнини бошқариш учун бир қатор параметрларни баҳолашга асосланган иерархик норавшан тизимда лойиҳалаш масалалари кўриб чиқилади, унинг юқори даражасида қабул қилиш назорати рақамларини ўзгартириш тўғрисида қарор қабул қилинади. Қарор қабул қилиш жараёнининг модели таклиф этилади, ва унинг асосий босқичлари келтирилган. Абитурентларни қабулини мутахассисликлар ва йўналишлар кесимида режалаштириш учта асосий параметр – чекловларни ҳисобга олган ҳолда амалга оширилади: кадрлар тайёрлаш учун ресурсларнинг мавжудлиги, таълим хизматларига бўлган талаб ва меҳнат бозоридаги талаб. Қарор қабул қилиш норавшан хулосалар алгоритмларига асосланади. Аккредитация кўрсаткичлари асосида олий таълим муассаса ресурсларининг мавжудлиги параметрларининг иерархик тизими таклиф этилади. Ушбу параметрларнинг ҳар бири аъзолик функциясига эга бўлган норавшан тўпламдир.

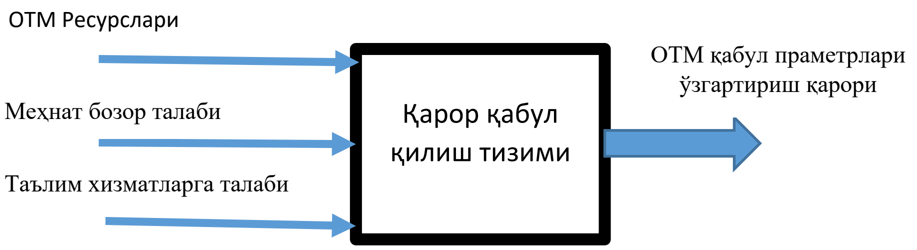
Калит сўзлар: Қарорларни қўллаб-қувватлаш тизимлари; норавшан мантиқ; норавшан хулоса чиқариш тизимлари; Мамдани алгоритми.

Олий таълим муассасасида қарор қабул қилишнинг мураккаблиги кўплаб омиллар, жумладан, ижтимоий аҳамиятга эга бўлган таълим хизматларининг хусусиятларини қарама-қаршилиги билан белгиланади. Шунинг учун олий таълим муассасаси фаолиятини баҳолашда нафақат иқтисодий ривожланиш, максимал фойдани таъминлаш омилларини, балки ижтимоий мажбуриятларни бажариш зарурлигини ҳам ҳисобга олиш керак [1].

Мураккаб тизимларни бошқариш жараёнида қарорлар қабул қилишда, ташкилотнинг ривожланишини таъминлайдиган назорат ҳаракатларининг сифатини таъминлаш учун ақлли технологияларга асосланган қарорларни қўллаб-қувватлаш тизимлари қўлланилади. Вазифа норавшан хулосалар тизимининг моделини ишлаб чиқишдан иборат бўлиб, унда чиқиш параметри маълум бир ўқув дастури бўйича абитуриентларни ўқўқишга олиш режасини ўзгартириш тўғрисидаги қарор ҳисобланади. Қарор қабул қилиш кўрсаткичларини бир хил даражада ушлаб туриш, камайтириш ёки ошириш ҳақидаги саволга жавоб беришдан иборат.

Методология.

Норавшан тизим параметрлари иерархиясини қуриш. Агар абитуриентларни ўқўқишга қабул қилиш режасини ўзгартириш тўғрисида қарор қабул қилинса, қуйидаги чекловлар ҳисобга олинади: институционал, ресурс, таълим хизматларига бўлган талаб, битирувчиларга бўлган талаб (1-расм). Ушбу чекловлар қарор қабул қилишда киритилади, чиқувчи қарор ҳақида маълумот бўлади.



Расм 1. Қарор қабул қилиш тизим модели

Мутахассислик бўйича абитуриентларни ўқишга олишни режалаштириш тўғрисида қарор қабул қилишда қуйидаги чекловларга риоя қилиш керак:

• таълим хизматларига бўлган талаб доирасида таълимнинг мутахассисликлари, йўналишлари ва шакллари бўйича абитуриентларни ўқишга қабул қилишни таъминлаш;

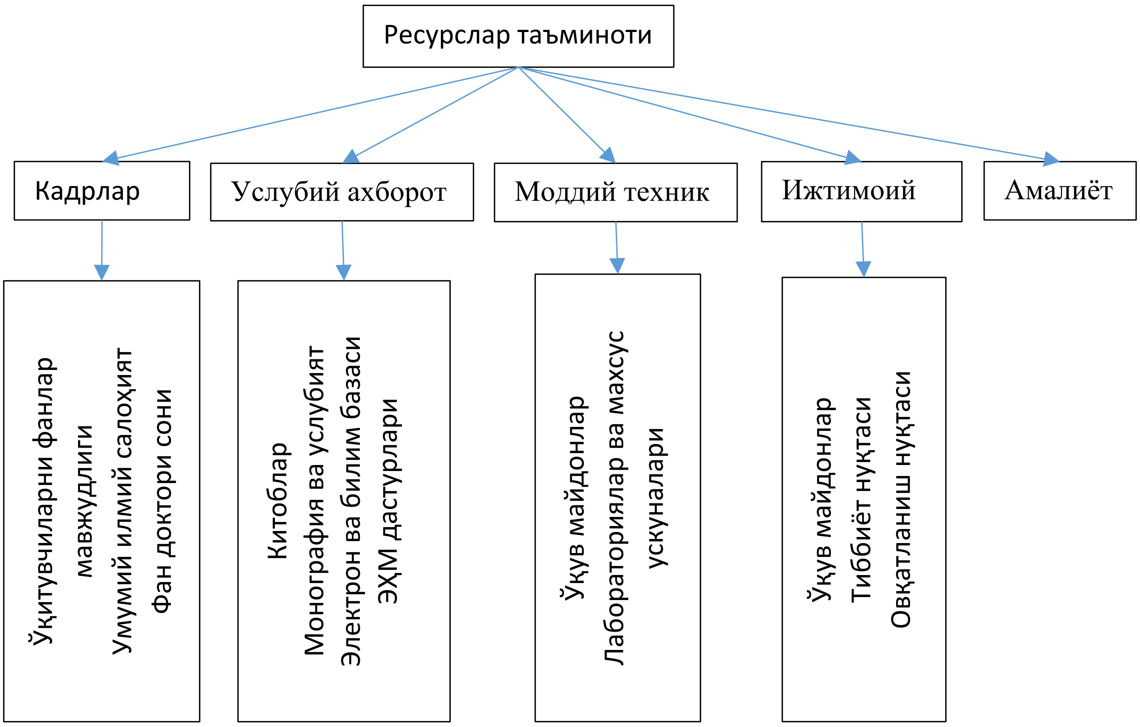
• меҳнат бозоридаги талабни ҳисобга олган ҳолда мутахассисларни тайёрлаш ва ишга жойлаштиришни таъминлаш;

• кадрларни тайёрлаш жараёнида ўқув жараёнини барча зарур ресурслар билан сифатли таъминлаш бўйича талабларни бажариш; бу ресурсларга моддий, малакали ўқитувчи кадрлар, илмий ва бошқа моддий ва номоддий ресурслар киради;

• ОТМда барча зарур рухсатномалар ва аттестация ҳужжатлари мавжуд бўлгандагина талабаларни ўқитишни амалга ошириш.

Таърифланган вазифалар ва муаммоларни ечишда қарор қабул қилиш жараёни ҳисобга олиниши керак бўлган параметрларни рақамли, аниқ ўлчанган қийматларда шакллантириш мумкин эмас. Масалан, таълим хизматлари бозори ва меҳнат бозоридаги талаб аниқ ўлчовларда эмас, балки маълум қийматлар оралиғида ҳисобга олинади. Бошқа томондан, бир йўналишда ўқитиш доирасида ресурсларнинг мавжудлигини ўлчаш жуда қийин, бу режалаштирилган контингентга асосланган ахборот ва моддий таъминот каби параметрларга ҳам тегишли масала ҳисобланади. Ушбу ресурсларни сифат ва етарлилик нуқтаи назарида эксперт баҳолаш усулларини қўллаб баҳолаш мумкин, масалан, "юқори даражадаги ходимлар" [3].

Бу ҳолатда қарор қабул қилиш бир қатор ноаниқ ёки норавшан омилларга боғлиқ. Ушбу омиллар рўйхати ресурсларнинг мавжудлиги нуқтаи назаридан иерархик муносабатларга киритилиши мумкин. Ресурс таъминоти қуйидаги турларни ўз ичига олади: педагогик ва бошқарув кадрлар, ахборот-услубий, моддий-техникавий, ижтимоий, амалиёт базалари билан таъминлаш (2-расм).



Расм 2. Ресурс таъминоти

Ушбу рўйхат олий таълим муассасаларига аккредитация ва лицензиялаш талаблари асосида тузилган. Санаб ўтилган параметрларнинг ҳар бири мураккаб, стажировка базаларининг мавжудлиги бундан мустасно, уни фақат битта кўрсаткич билан баҳолаш мумкин - ҳар бир талабага тўғри келадиган корхоналар билан тузилган шартномалар сони.

Шундай қилиб, янги таълим йўналиши ёки мутахассисликни очиш тўғрисидаги қарор 15 ноаниқ ёки норавшан омил x_i қийматига боғлиқ. Ресурс мавжудлиги омиллари учун лингвистик атамалар аниқланади: "меъёрдан юқори", "меъёрга тўғри келади", "меъёрдан паст", талаб омиллари учун - "таклифдан паст", "таклифга тўғри келади", "таклифдан юқори" ва аъзолик. функциялари ушбу шартлар учун белгиланади.

Йўналишни очиш қарорининг ўзи y ҳам норавшан қиймат бўлиб, унинг учун 3 та лингвистик атама аниқланади: "камайтириш", "ўзгартиришсиз", "кўпайтириш".

Рўйхатга олиш, шунингдек, ресурсларнинг мавжудлиги кўпинча талабалар гуруҳлари сонига қараб ҳисоблаб чиқилганлиги сабабли, "кўпайтириш" ва "камайтириш" атамалари бир хил талабалар гуруҳидаги ўқишга қабул қилиш режасини ўзгартириш сифатида талқин қилинади.

Норавшан тизимни моделлаштириш. Бу ҳолатда норавшан иерархик тизим функциясини моделлаштиради

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_{15}), \tag{1}$$

Бу ерда y - қабул режасини ўзгартириш тўғрисидаги қарорга эга чиқувчи ўзгарувчи, $x_1, x_2, \dots, x_{15}$ - моделдаги талаб ва ресурслар мавжудлигини тавсифловчи ноаниқ параметрлар (1-расмга қаранг).

Норавшан тизим кўп факториалдир, шунинг учун норавшан хулосалар механизми талаб қилганидек, боғлиқликларни предикат қоидалари тўплами шаклида тасвирлаш анча қийин. Кириш ўзгарувчилари кўп бўлган норавшан хулосалар тизимидаги қоидалар сони жуда катта. Бундай оғир ва мураккаб ўлчовлиликни енгиш учун норавшан хулосалар тизимлари иерархиясини қуриш керак.

Ушбу тизим учун қуйидаги 15 та параметр киритилади: x_1 - фанлар бўйича ўқитувчилар мавжудлиги, x_2 - ўқитувчиларнинг салоҳият даражаси, x_3 – фан докторлик даражасига эга ўқитувчиларнинг фоизи, x_4 - кутубхона фондида китоблар мавжудлиги, x_5 - услубий ишланмалар ва монографияларнинг мавжудлиги, x_6 - электрон кутубхоналар ва маълумотлар базаси мавжудлиги, x_7 - дастурий таъминот, x_8 - ўқув аудитория майдонлари, x_9 - лаборатория жиҳозлари ва махсус жиҳозлар, x_{10} - ётоқхона, x_{11} – тиббиёт нуқтаси мавжудлиги, x_{12} – овқатланиш нуқтаси мавжудлиги, x_{13} - амалиёт базалари билан таъминланганлиги, x_{14} - таълим хизматларига талаб мавжудлиги, x_{15} - меҳнат бозоридаги мутахассисларга бўлган талаб мавжудлиги.

Белгиланган параметрларнинг ҳар бири $\mu_x(t)$ аъзолик функциясига эга бўлган ноаниқ тўплам бўлиб, бу ерда t - қабул қилинадиган мезон қийматлари тўплами.

Аъзолик функцияларини қуриш тўғридан-тўғри ёки билвосита усуллар билан амалга оширилиши мумкин [4]. Тўғридан-тўғри усуллар мутахассислар томонидан аъзолик функцияларининг бевосита тавсифи билан тавсифланади. Ушбу усуллар ўлчанадиган қийматлар учун қўлланилади. Вазифалар тўплами учун билвосита усуллар, хусусан, эксперт маълумотларини статистик қайта ишлаш усули қўлланилади [5]. Аъзолик функцияси экспертлар гуруҳининг интервалли баҳолари асосида қурилади. Ушбу техникага кўра, аъзолик функцияси $\mu_x(t)$ аниқланадиган t элементлар тўпламида t_j қийматлари ажратилади. K тўплам экспертларнинг ҳар бири анкета тўлдиради, унда t_j элементида норавшан тўпламнинг l_j хоссалари мавжудлиги ҳақидаги фикрни билдиради. Бу тахмин, бинарликдир ва $b_{i,j}^k \in \{0,1\}$ билан белгиланади. Эксперт сўрови натижаларига кўра l_j норавшан тўпламга мансублик даражаси қуйидагича ҳисобланади:

$$\mu_{l_j}(t_j) = \frac{1}{K}\sum_{k=1,K} b_{i,j}^k \qquad (2)$$

Топилган нуқталар асосида лингвистик атамани қуйидаги шаклда тавсифловчи эгри чизиқ тузилади:

$$l_j = \frac{\mu_{l_j}(t_1)}{t_1}, \frac{\mu_{l_j}(t_2)}{t_2}, \dots, \frac{\mu_{l_j}(t_n)}{t_n}. \qquad (3)$$

$t_1, t_2, \dots, t_n$ натижадаги эгри чизиқни маълум функцияларнинг ҳар қандайига яқинлаштириш мумкин.

Ушбу иерархик норавшан тизим қуйидаги қуйи тизимларни ўз ичига олади:

y_1 - ходимлар билан таъминлаш; y_1= $f_1(x_1, x_2, x_3)$;

y_2 - ахборот-услубий таъминот; y_2= $f_2(x_4, x_5, x_6, x_7)$;

y_3 - логистика; y_3= $f_3(x_8, x_9)$;;

y_4 – ижтимоий таъминот;

y_4= $f_4(x_{10}, x_{11}, x_{12})$;;

y_5 - ресурсларнинг умумий мавжудлиги;

y_5= $f_5(y_1, y_2, y_3, y_4, x_{13},)$;.

Якуний норавшан хулосалар тизими y_1, y_2, y_3, y_4 оралиқ билимлар базаларидан ва киришлар сифатида x_{13}, x_{14}, x_{15} кириш ўзгарувчиларидан қийматларни олади (3-расм)

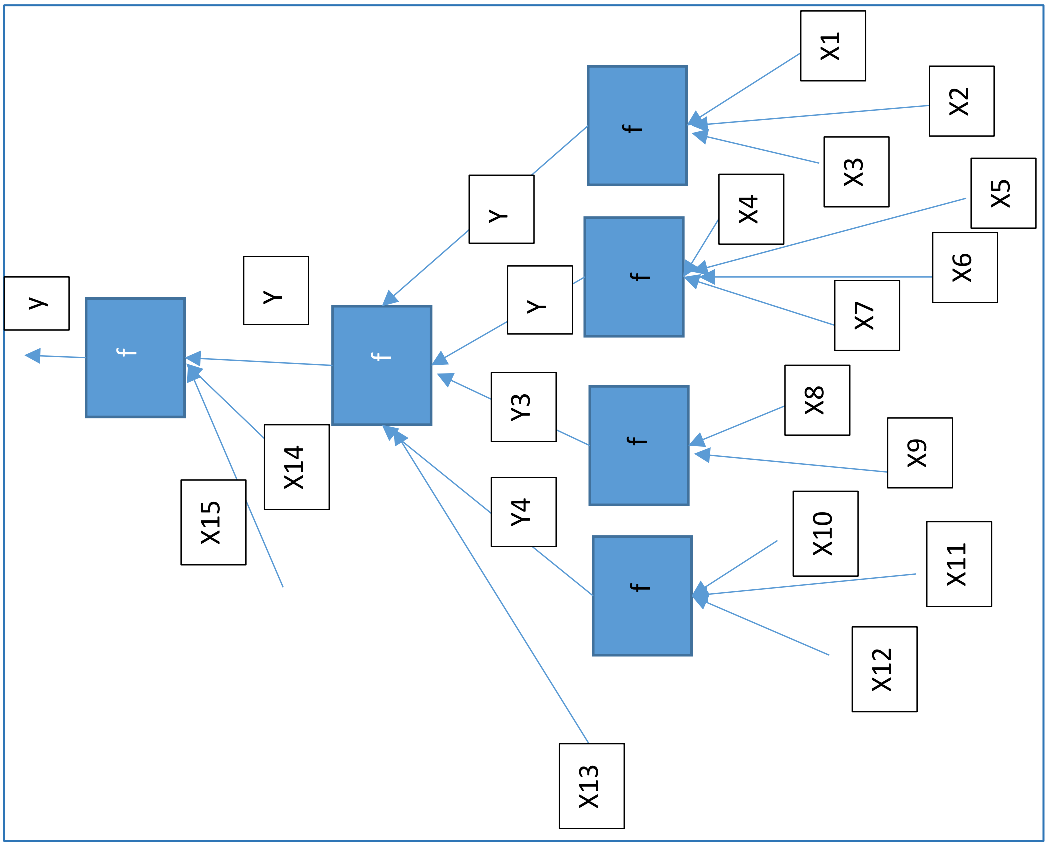
f_1, f_2, f_3, f_4 блокларини бажариш натижалари кириш мезонларини тавсифловчи норавшан тўпламларни кесиб ўтиш натижасида олинган ноаниқ тўпламлардир [6]. Шундай қилиб:

$$y_1 = x_1 \cap x_2 \cap x_3$$
$$y_2 = x_4 \cap x_5 \cap x_6 \cap x_7$$
$$y_3 = x_8 \cap x_9 \qquad (4)$$
$$y_4 = x_{10} \cap x_{11} \cap x_{12}$$
$$y_5 = y_1 \cap y_2 \cap y_3 \cap y_4 \cap x_{13}.$$

Шу билан бирга, ҳар бир омилнинг умумий муаммони ҳал қилиш натижасига турли даражадаги таъсир кўрсатишини таъкидлаш керак. Бу факт ҳар бир киритилган аргумент учун аи оғирликларини қўшиш орқали ҳисобга олинади, сўнгра олинган ноаниқ тўплам й қуйидагича аниқланади:

$$\mu_{y1}(t) = \alpha_1\mu_{x_1}(t) \wedge \alpha_2\mu_{x_2}(t) \wedge \alpha_3\mu_{x_3}(t)$$

$$\mu_{y2}(t) = \alpha_4\mu_{x_4}(t)\Lambda\alpha_5\mu_{x_5}(t)\Lambda\alpha_6\mu_{x_6}(t)$$
$$\mu_{y3}(t) = \alpha_8\mu_{x_8}(t)\Lambda\alpha_9\mu_{x_9}(t)$$



Расм 3. Иерархик норавшан хулоса чиқариш тизими

$$\mu_{y4}(t) = \alpha_{10}\mu_{x_{10}}(t)\Lambda\alpha_{11}\mu_{x_{11}}(t)\Lambda\alpha_{12}\mu_{x_{12}}(t)$$
$$\mu_{y5}(t) = \alpha_{14}\mu_{y_1}(t)\Lambda\alpha_{15}\mu_{y_2}(t)\Lambda\alpha_{16}\mu_{y_3}(t)\Lambda\alpha_{17}\mu_{y_4}(t)\Lambda\alpha_{13}\mu_{x_{13}}(t) \quad (5)$$

бу ерда α_i - мезоннинг муҳимлик коэффициентлари.

α_i коэффициенти уларни жуфт-жуфт қилиб солиштириш ва коэффициентларнинг якуний векторини Саати усулида қуриш орқали аниқланади [7].

Иерархик тизимнинг таклиф этилаётган моделида $f(y_5, x_{14}, x_{15})$ блоки Мамдани алгоритми ёрдамида норавшан хулосалар тизими сифатида амалга оширилади.

Ҳар қандай норавшан хулосалар тизимининг ишлаши қуйидаги босқичлар билан тавсифланади: норавшанлик (фазификация), норавшан хулоса чиқариш, композиция, дефазификация [8].

Фазификациянинг биринчи босқичида аъзолик функциялари уларнинг ҳақиқий қийматларига нисбатан қўлланилади. y_5 ўзгарувчининг ҳақиқий қиймати кириш мезонларини тавсифловчи норавшан тўпламларнинг кесишиши натижасида олинади. Натижа қийматнинг $A_1(y_5), A_2(y_5), A_3(y_5)$. лингвистик атамаларига мансублик даражалари шаклида олинади. x_{14}, x_{15} учун қийматлар мутахассис томонидан белгиланади. Ўзгарувчиларнинг ҳар бир ҳақиқий қиймати учун ҳақиқат даражаси учта атама учун аъзолик функциялари асосида аниқланади ("таклифга мос эмас", "таклифга мос", "таклифдан юқорида"): $B_1(x_{14}), B_2(x_{14}), B_3(x_{14}), C_1(x_{15}), C_2(x_{15}), C_3(x_{15})$.

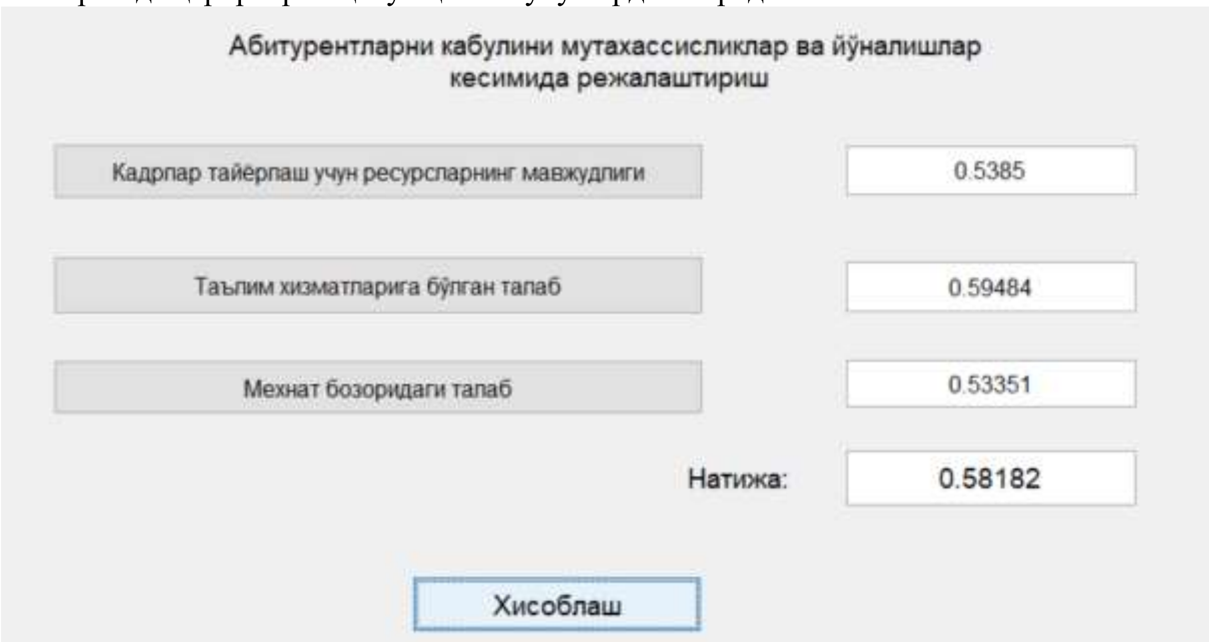
Норавшан хулоса чиқаришнинг иккинчи босқичида, Мамдани алгоритмига кўра, мантиқий минимал операциядан фойдаланган ҳолда ҳар бир қоидаларнинг бинолари учун "кесиш" мавжуд. Норавшан хулосалар механизми асосан y_5, x_{14}, x_{15} ўзгарувчилари қийматларини y чиқиш ўзгарувчиси билан боғлайдиган қоидалар базасига эга.

Композициянинг учинчи босқичида иккинчи босқичда кесилган аъзолик функциялари мантиқий максимал операция ёрдамида бирлаштирилади, натижада y чиқиш ўзгарувчиси учун мантиқий хулосага мос келадиган бирлаштирилган аъзолик функцияси $\mu_{\Sigma(y)}$ олинади.

Дефазификациянинг тўртинчи босқичида чиқиш ўзгарувчисининг аниқ қиймати топилади. Уни топиш усулларидан бири центроидик бўлиб, унда y_0 нинг аниқ қийматини излаш қуйидаги формула билан аниқланади:

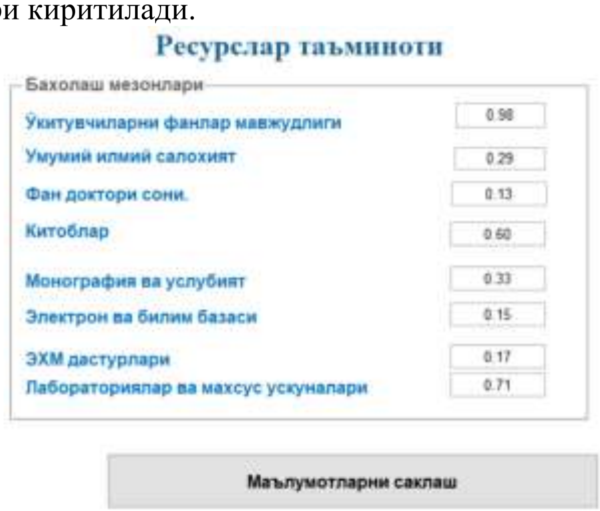
$$y_0 = \frac{\int y\mu_{\Sigma}\ (y)dy}{\int \mu_{\Sigma}\ (y)dy}. \tag{6}$$

Юқорида келтирилган модель асосида дастурий восита яратилган бўлиб, бу дастур экспертларнинг хулосаларига кўра таълим йўналишларига абитуриентларнинг қабулини режалаштиришда қарорларни қабул қилиш учун ёрдам беради.



Расм 4. Асосий параметрлар бўйича натижаларни аниқлаш

Ҳар бир параметр бўйича экспертларнинг хулосалари қуйидаги ойнада кўрсатилган мезонлар каби қийматлари киритилади.



Расм 5. Асосий кўрсаткичлар бўйича хулосаларни киритиш

Хулоса. Шундай қилиб, биз Мамдани алгоритмидан фойдаланган ҳолданоравшан тўпламлар ва норавшан хулосага асосланган қарорларни қўллаб-қувватлаш тизимининг моделини тақдим этдик. Ушбу тизимдан фойдаланиш учта асосий параметр - чекловларни ҳисобга олган ҳолда абитуриентларни мутахассисликлар ва йўналишлар бўйича олий таълим муассасага қабул қилишни режалаштиришда қабул қилинадиган қарорларнинг сифати ва асослилигини оширади: кадрлар тайёрлаш учун ресурсларнинг мавжудлиги, таълимга талаб. хизматлар ва меҳнат бозоридаги тахминий талаб.

АДАБИЁТЛАР:

1. Береза А.Н., Ершова Э.А. Олий таълим муассасани қайта қуриш муаммоларида қарорларни қўллаб-қувватлаш усулларини қўллаш // Очиқ таълим. - 2010. - Но 4. - С. 91-101.
2. Новиков Д.А. Минтақавий таълим тизимини ривожлантиришни бошқариш моделлари ва механизмлари (контсептуал қоидалар). - М.: ИПУ РАН, 2001. - 83 б.
3. Ершова Э.А. Норавшан тўпламлар назариясига асосланган олий таълим муассаса бошқарувида қарорлар қабул қилиш тартиби // "Билимларни бошқариш ва семантик веб-технологиялар - 2010" конференцияси материаллари / Санкт-Петербург: Санкт-Петербург давлат олий таълим муассасаи ИТМО, 2010 - Б. 179-182.
4. Бошқарув моделлари ва сунъий интеллектдаги ноаниқ тўпламлар, Эд. ҲА. Поспелов. – М.: Ч. эд. Физика-математика. лит., 1986. - 312 б.
5. Штовба С.Д. МАТЛАБ ёрдамида норавшан тизимларни лойиҳалаш. - М.: Ишонч телефони - Телеком, 2007. - 288 б.
6. Усмонов Б. Олий таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграциясини кластерли ёндашувлар асосида инновацион ривожлантириш // Педагогика фанлари доктори (DsC) диссертацияси автореферати, Тошкент, 2020.
7. Усмонов Б., Рахимов К. Олий таълим муассасалари илмий фаолиятини баҳолаш дастури. Интеллектуал мулк агентлиги, Гувоҳнома №DGU 08778, 14.08.2020.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЗАДАЧА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН НА ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ОБОЛОЧКУ НАХОДЯЩЕМСЯ В УПРУГОЙ СРЕДЕ

Кулдашов Н.У., Чориев М.

Ташкентский химико-технологический институт. Узбекистан

Постановка задачи. Данная задача рассматривается на цилиндрическом системе координат r, θ, z. Свойства среды и оболочки которое является однородной изотропной.

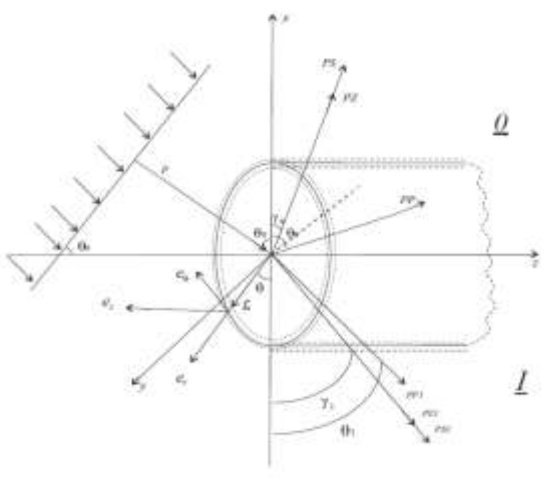


рис 1.

Уравнения среды

$$\mu\nabla^2\vec{u}+\left(\lambda+2\mu\right)graddi\vartheta\vec{u}=\rho\frac{\partial^2\vec{u}}{\partial t^2}\ ; \tag{1}$$

$$\lambda=\frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu\ )};\quad \mu=\frac{\nu E}{2(1+\nu\ )}; \tag{2}$$

Здесь $\vec{u}(u_x,u_y,u_z)$-вектор перемещения точек среды; ρ - плотность среды; ν - коэффициент Пуассона; λ,μ - коэффициент Ламе и оболочки Если $h/R\leq 0/25$, тогда использоваться приближенная теория оболочек (по гипотезы Тимошенко) , тогда дифференциальных уравнение движения цилиндрической оболочки [2]

$$\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}+\frac{1-\nu_0}{2r_0^2}\frac{\partial^2 u}{\partial\theta^2}+\frac{1+\nu_0}{2r_0}\frac{\partial^2 v}{\partial z\partial\theta}-\frac{v}{r}\frac{\partial w}{\partial z}=\frac{(1-\nu_0^2)r_0}{Eh_0}(\rho_0 h_0\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-G_{rz})$$

$$\frac{1+\nu_0}{2}\frac{\partial^2 u}{\partial z\partial\theta}+r_0\frac{1-\nu_0}{2}\frac{\partial^2 v}{\partial z^2}+\frac{1}{r_0}\frac{\partial^2 v}{\partial\theta^2}-\frac{1}{r_0}\frac{\partial w}{\partial\theta}=\frac{(1-\nu_0^2)r_0}{Eh_0}(\rho_0 h_0\frac{\partial^2 v}{\partial t^2}-G_{r\theta})$$

(3)

$$\nu_0\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{1}{r_0}\frac{\partial v}{\partial\theta}-\frac{w}{r_0}-\frac{h^2}{12}\left(r_0\frac{\partial^4 v}{\partial z^4}+\frac{2}{r_0}\frac{\partial^4 w}{\partial z^2\partial\theta^2}+\frac{\partial^4 w}{r_0^3\partial\theta^4}\right)=\frac{(1-\nu_0)r_0}{Eh_0}(\rho_0 h_0\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+G_{rr})$$

Здесь u, v, w – перемещения точек оболочки ; ρ_0 - плотность оболочки; ν_0 - коэффициент Пуассона оболочки; r_0- радиус оболочки; h_0- толщина оболочки; принимает вид .

Вектор перемешений среды представляем в виде потенциала

$$u=grad\varphi+rot\vec{\psi},\vec{\psi}(0,\psi_\theta,\psi_z) \tag{4}$$

(4) подставляя (1) то, получил следующие дифференциал уравнения среды.[1]

$$\nabla^2\varphi-\frac{1}{c_p^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}=0;$$

$$\nabla^2\psi_Z-\frac{1}{c_S^2}\frac{\partial^2\psi_Z}{\partial t^2}=0; \tag{5}$$

$$\nabla^2\psi_\theta-\frac{\psi_\theta}{r^2}+\frac{2}{r^2}\frac{\partial\psi_r}{\partial\theta}-\frac{1}{c_s^2}\frac{\partial^2\psi_\theta}{\partial t^2}=0\ ;$$

$$\nabla^2\psi_r-\frac{\psi_r}{r^2}+\frac{2}{r^2}\frac{\partial\psi_\theta}{\partial\theta}-\frac{1}{c_s^2}\frac{\partial^2\psi_r}{\partial t^2}=0\ ;$$

$$\nabla^2=\frac{\partial^2}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial\theta^2}+\frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

C_p, C_s - продольная и поперечная скорость распространения волн в среде.

Решения уравнения (3) ищем в виде

$$\begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_r \\ v_r \\ w_r \end{pmatrix} e^{i\left(n\theta - \frac{w\cos\theta_0}{C_p}z - wt\right)} \tag{6}$$

(6) подставляем в (3), в результате уравнения оболочки принимает следующий вид

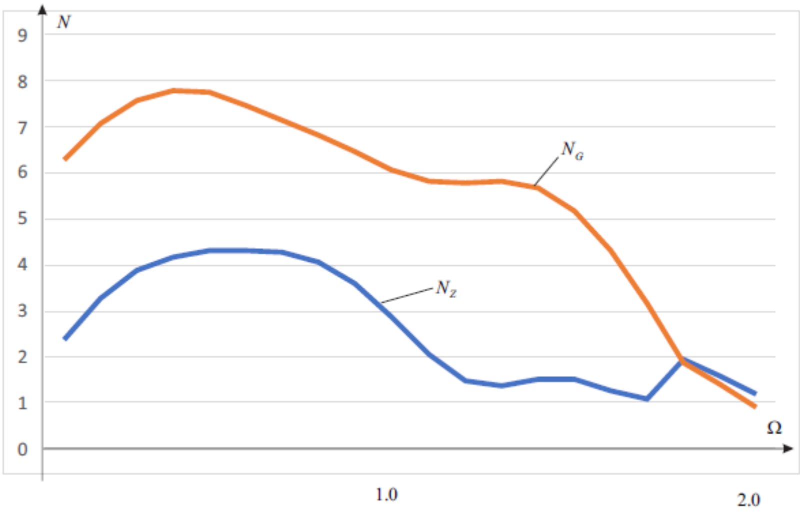
$$\left(-\frac{w^2\cos^2\theta_0}{C_p^2} - \frac{1-\nu_0}{2r_0^2}\right) * u_r + \left(\frac{(1+\nu_0)nw\cos\theta_0}{2r_0C_p}\right) * v_r + \left(\frac{\nu}{r_0} - \frac{w\cos\theta_0}{C_p}\right) * w_r = -\frac{r_0(1-\nu_0^2)}{Eh_0}(\rho_0 h_0 w^2) + \sigma_{rz}$$

$$\left(\frac{(1+\nu_0)nw\cos\theta_0}{2}\right) * u_r - \left(\frac{r_0(1-\nu_0)w^2\cos^2\theta_0}{2C_p^2} + \frac{n^2}{r_0}\right) * v_r - \frac{in}{r_0} * w_r = -\frac{r_0(1-\nu_0^2)}{Eh_0}(\rho_0 h_0 w^2) + \sigma_{r\Theta});$$

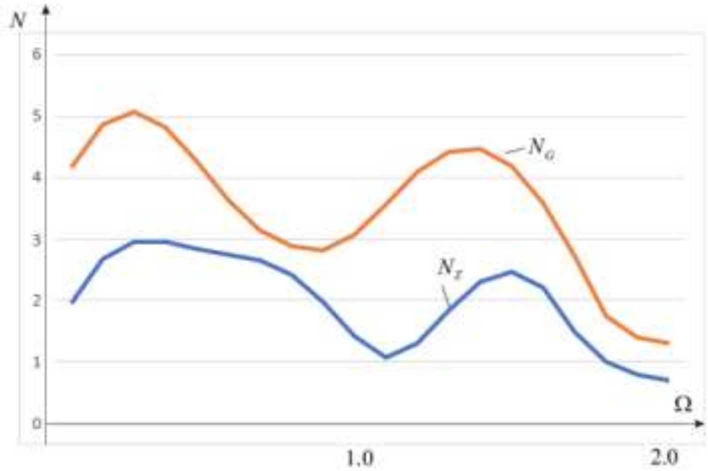
$$\frac{\nu_0 iw\cos\theta_0}{C_p} * u_r + \frac{in}{r_0} * v_r - \left(\frac{1}{r_0} + \frac{h^2}{12}\left(\frac{r_0 w^4\cos^4\theta_0}{C_p^4} + \frac{2n^2w^2\cos^2\theta_0}{r_0C_p^2} + \frac{n^4}{r_0^3}\right)\right) * w_r = -\frac{r_0(1-\nu_0^2)}{Eh_0}(\rho_0 h_0 w^2) + \sigma_{rr}) \tag{7}$$

$$N_z = \frac{Eh_0}{1-\nu_0^2}\begin{pmatrix} \frac{iw\cos\theta_0}{C_p}\cdot(A\cdot\sin\theta_0\cdot H^{(2)/}\left(\alpha r\right)\cdot\alpha - B\cdot\cos^2\gamma_0\cdot\frac{i\cdot\omega}{C_{S0}}\cdot H_n^{(2)}\left(\Omega r\right) \\ +C\cdot\frac{1}{r}\cdot\cos\gamma_0\cdot i\cdot n\cdot H_n^{(2)}(\beta r)) - \frac{\nu_0}{r_0}(A\cdot\sin\theta_0\frac{i\omega\cdot\cos\theta_0}{Cp_0}\cdot H_n^{(2)}\left(\alpha r\right) \\ +B\cdot\cos\gamma_0\left(\Omega\cdot H_n^{(2)/}\left(\Omega r\right) + \frac{1}{r}H_n^{(2)}\left(\Omega r\right)\right)) + \varphi_0\sin\theta_0\cdot\alpha J^/\left(\alpha r\right) \end{pmatrix}$$

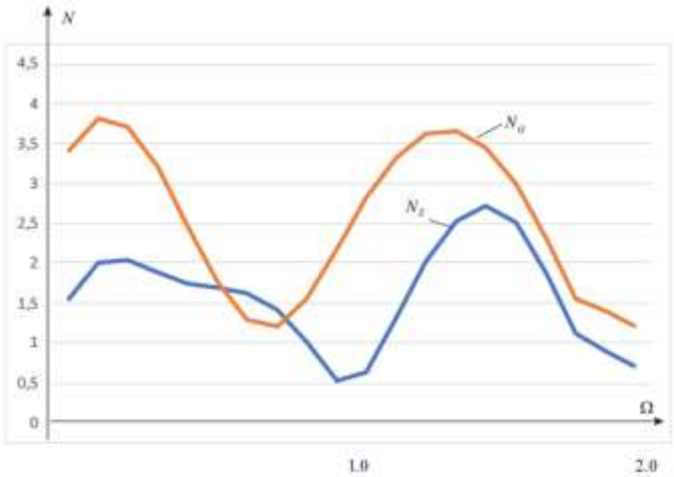
$$N_\theta = \frac{Eh_0}{1-\nu_0^2}\begin{pmatrix} \frac{i\nu w\cos\theta_0}{C_p}\cdot(A\cdot\sin\theta_0\cdot H^{(2)/}\left(\alpha r\right)\cdot\alpha - B\cdot\cos^2\gamma_0\cdot\frac{i\cdot\omega}{C_{S0}}\cdot H_n^{(2)}\left(\Omega r\right) \\ +C\cdot\frac{1}{r}\cdot\cos\gamma_0\cdot i\cdot n\cdot H_n^{(2)}(\beta r)) - \frac{1}{r_0}(A\cdot\sin\theta_0\frac{i\omega\cdot\cos\theta_0}{Cp_0}\cdot H_n^{(2)}\left(\alpha r\right) \\ +B\cdot\cos\gamma_0\left(\Omega\cdot H_n^{(2)/}\left(\Omega r\right) + \frac{1}{r}H_n^{(2)}\left(\Omega r\right)\right)) - \varphi_0\sin\theta_0\cdot\frac{i\omega\cdot\cos\theta_0}{Cp}J\left(\alpha r\right) \end{pmatrix}$$



$\dfrac{\pi}{3}$ - оболочка



$\dfrac{\pi}{4}$ - оболочка



$\dfrac{\pi}{6}$ - оболочка

Литература

1. И.И.сафаров – Колебания волны в диссилакативна неоднородных средах и конструкциях издательство “Фан” Ташкент 1991г.
2. С.П.Тимашенка, Дж. Гудьер Теория уприрости издательство “НАУКА” М. 1975

ҚУЙИЛТИРИЛГАН СОК ОЛИШДА АВТОМАТИК РОСТЛАШ ТИЗИМИНИ ШАКЛЛАНТИРИШ

Артиков А., Эргашев А.Х. Нарзиев М.С., Мусаева Н., Каримуллаева М.

Тошкент кимё технологияси институти, Бухоро мухандислик технологияси институти

Марказдан қочувчи куч таъсири остида иссиқлик алмашинувининг тез айланаётган юзаси бўйлаб ҳаракатланаётган суюқликнинг юпқа пардасидан эритувчининг буғланиши содир бўладиган аппаратлар марказдан қочувчи буғлатгичлар номини олди. Ҳамма маълум бўлган пардали буғлатувчи аппаратлар ичида марказдан қочувчи кучга асосланган буғлатгичлар энг тезкор бўлиб ҳисобланади. Аппарат девори ва буғланувчи суюқлик орасидаги иссиқлик алмашинуви жараёнини оқиб тушаётган суюқлик пардасини механик аралаштириш орқали анча жадаллаштириш мумкин. Бунга қовушқоқ, термолабил, кристалланувчи муҳитларни қайта ишлашда алмаштириб бўлмайдиган роторли пардали буглатгичларда эришилади.

Конструкциянинг мураккаблигига ва иссиқлик алмашинуви юзасининг майдони нисбатан катта бўлмаслигига (21 м2 гача) қарамасдан, роторли пардали аппаратлар бошқа хилдаги буғлатгичларга нисбатан бир қатор афзалликларга эга. Булар қуйидагилар: суюқликнинг ишчи зонада қисқа вақт бўлиши (бу термолабил маҳсулотларни қайта ишлашда айниқса катта аҳамиятга эга); хаддан ташқари кўпирадиган моддаларни буғлатишда кам кўпик ҳосил бўлиши; эритма бошланғич сарфининг охирги маҳсулот чиқимига бўлган нисбатининг юқори бўлиши; қовушқоқ суюқликларни буғлатиб, қуруқ кукун кўринишдаги тайёр маҳсулотни олиш мумкинлигидир.

Қайнатиб буғлатиш аппаратидаги корпуси ичида ротор жойлаштирилган валида олтита суюқлик тақсимлагичи бор, лопастли крестовиналар суюқликни корпуснинг олтита деворига отиб юборади. Бундан кейин суюқлик ротор лопастлари орқали корпуснинг олтита ички юзаси бўйлаб тақсимланади. Курилмадаги бошкарув жараёнини 6 тўлиқ аралашувли квазиаппарат деб қабул киламиз. Қайнатиб буғлатгич аппарати поғоналприда махсулот деярли тўлиқ аралашади. Шу сабабли бундай аппарат математик модели олтита оддий дифференциал тенгламали инерцион бўлинма билан ифодаланади. Объектнинг характерини узатиш функцияси орқали ифодалашда, ҳар бирининг иккита коэффициенти инобатга олинади, булар: кучайтириш коэффициенти ва инерция вақти.

Объект элементлари - квазиаппапратлари аниқланган ва уларнинг характерини белгилаш учун динамик жараёни курсатгичлари: кучайтириш коэффициенти ва инерция - ўтиш вақти коэффициентини аниқланган ва уларга (K_1, T_1, K_2, T_2, K_3, T_3,…) ва мос келадиган компьютер моделини шакллантирилган.

Қуйилтиридган сок олиш автоматик ростлаш тизими қайнатиб буғлатгич аппаратида бошқарувчи кўрсаткич - сув буғи сарфи – G, =1.4м^3/с.

Жараёндаги ўзгартириладиган асосий кўрсаткичи - бошқарилувчи кўрсаткич - қайнатиб буғлатгич аппарати объектдаги Т,˚С.– ҳарорат бўлиб, унинг ўзгариш чегараси $t_{max}=60^oC$; $t_{min}=58^oC$; $t_{ўрт}=59^oC$; оғиш чегараси = ±1^{o}С. Яъни: $\Delta t=\pm 1^0C$.

Қайнатиб буғлатгич аппарати поғоналприда махсулот деярли тўлиқ аралашади. Шу сабабли курилмадаги бошкарув жараёнини 6 тўлиқ аралашувли квазиаппарат деб, кабул киламиз. Бундай квазиаппарат оддий дифференциал тенглама мос ўтиш функцияси билан ифодаланади:

$$W_1(p) = \frac{K_1}{T_1 \bullet p + 1}$$

Объект коэффициенларини топиш учун қайнатиб буғлатгич аппаратидаги квазиаппарат кўсаткичларига эътибор берамиз.

Бошқарилувчи квазиаппарат - объектнинг кучайтириш коэффициентини аниқлашда чиқиш параметрини кириш параметри максимал катталигига бўламиз. Яъни:

$$К_{об} = \frac{\Delta У}{\Delta Х}$$

Бу ерда:

$К_{об}$- объект квазиаппаратининг кучайтиришкоэффициенти;

ΔУ- чиқиш параметри (ҳароратнинг ўзгариш чегараси),^{o}С;

ΔХ- кириш параметри (сув бугининг сарфи), кг/сек; сарфни = 1,4 м^3/сек.

$$К_{об} = \frac{\Delta У}{\Delta Х} = 1 \text{ град/м}^3\text{/сек.}$$

Объект квазиаппаратининг кучайтириш коэффициенти топилгач, сокнинг ўртача бўлиш вақтини топамиз. Бунинг учун квазиаппаратдаги махсулотнинг ҳажмини кираётган сув бугининг сарфига бўламиз:

$$Т = \frac{\Delta V}{\Delta Х}$$

Бу ерда:

Т – инерция вақти, секунд;

ΔV-объект ҳажми, м^3;

ΔХ- кириш параметри (сарфи), м^3/сек;

$$Т1 = \cdots Т6 = \frac{15}{1.4} = \ 10с.$$

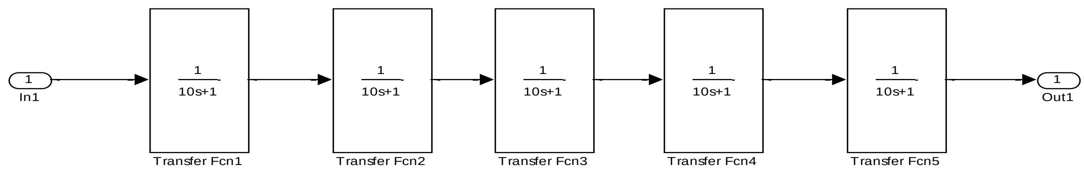
Бу кўрсаткичлар аниқ бўлгандан кейин узатиш функциясини сон қийматини топамиз. Объектнинг характерини узатиш функцияси орқали ифодалашда, унинг иккита коэффициенти инобатга олинади, булар: кучайтириш коэффициенти ва инерция вақти.

Кучайтириш коэффициенти ва инерция вақтини топилгандан кейин объектнинг узатиш функцияси қуйидагига тенг бўлади:

$$W_{об} = W1 = \cdots . = W6 = \frac{K}{Ts + 1} = \frac{1}{10s + 1}$$

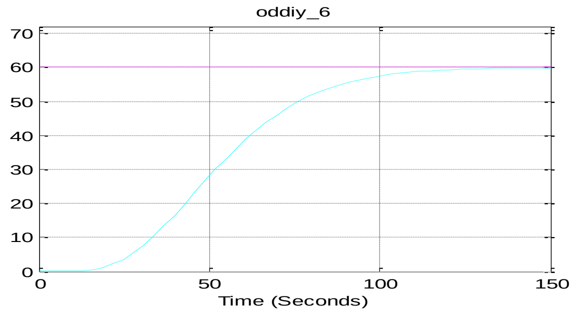
Бошқарув объектининг компютер моделини тузиш

Ўсимлик сокини қуйилтиришобъект бир сиғимли эканини ҳисобга олиб,унинг компютер моделини куйида келтирилган "MATLAB" дастури асосида ҳосил қиламиз.Бунинг учун дастурнинг кутубхонасидан керакли бўлинмалар олинади.Натижада экранда қуйидагича компютер модели тузилади:



Расм. 1 “MATLAB” дастури асосидаги роторли пардали қайнатиб буғлатгич аппарати жараёнининг компьютер модели

Модел тузилгач унга туртки бериб ишлаш вақтини бериб, ҳосил бўлган динамик модел кўрсаткичлари “MATLAB” дастури асосида олинган эгри чизик ёрдамида турғун инерцион объектлиги яна аникланди:



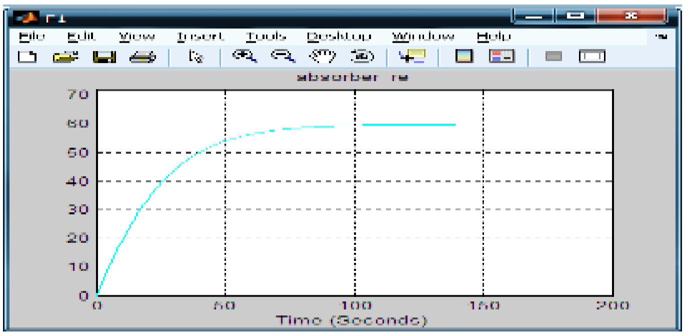
Расм.2. “MATLAB” дастури асосидаги динамик моделда олинган жараённинг ўтиш чизиғи.

Автоматик ростлаш тизимини шакллантириш. Объектга ПИ (пропорционал-интеграл) ростлаш конунига биноан ростлагич танланди.

Ҳароратни автоматик ростлаш тизимининг “MATLAB” дастури асосидаги компьютер модели тузилган:

Ўсимлик сокини қуйилтиришда оптимал бошкариш тизимини синтез килиш тартиби, ростлагични танлаш, ростлагичнинг

созлаш параметрларининг оптимал кийматлари (К, Т) компьютер модели натижалари асосида аникланган. Автоматик ростлаш тизимининг оптимал кўрсаткичларини аниқлаш учун **к**омпютер моделига кучайтириш коэффициенти ва инерция вақтининг қийматлари киритилади ва экранда уларнинг ўтиш эгри чизиқлари ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган ўтиш чизиқлари орасидан оптимал бошқариш кўрсатгичлари танлаб олинган:



Расм. 3. “MATLAB” дастури асосидаги жараённинг компьютер модели орқали изланишларда Кучайтириш коэффициенти K=0.2, иртеграллаш вақти Ti=40 с. эканлиги танлаб олинди.

Демак, ПИ (пропорционал-интеграл) ростлаш оптимал кўрсаткичлар Кучайтириш коэффициенти K=0.2 ва иртеграллаш вақти T_i=40 с экан.

ХУЛОСА

Роторли пардали қайнатиб буғлатгич аппарати жараёнининг олтита дифференциал тенгламани ўз ичига олган математик модели ва “MATLAB” дастури асосидаги автоматик ростлаш тизими компьютер модели тузилган. ПИ ростлагич танланиб, унга кучайтириш коэффициенти ва инерция вақтини киритиб, ўтиш чизиғларини саралаш ёрдамида энг яхши ростлаш тизими олинган. Объектни оптимал бошкариш учун унга тўғри келадиган ростлагич танланган. ростлагичнинг созлаш параметрларининг оптимал кийматлари кучайтириш коэффициенти K=0.2 ва иртеграллаш вақти T_i=40 аникланган:

Фойдаланилган адабиётлар рўйҳати

1. АртиковА., Компьютерные методы анализаи синтеза химико – технологических систем. Учебник. Ташкент – 2012 г.
2. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. М.:Химия, 1985г.
3. Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.М., Автоматизация химических производств, учебное пособие для вузов. – М:.Химия, 1982. 295стр
4. http://tradesys.ru/catalog/siemens_v2/?element=453 — Системы компьютерного управления
5. Худойбердиев А., Артиков А. Асосий технологик жараёнлар ва аппаратлар. Дарслик Наманган муҳандислик-педагогика институти. Наманган – 2006. 539 б.
6. Пафилов В.В. Артиков А. Худойбердиев А., ХамдамовА. Наманган, Тошкент 2021 – 510 б.www.ziyonet.uz

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВАРИАЦИИ И ЛИНЕЙНОГО КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА

Ражабов А.Н., Гуломхожаева Х.А.
Ташкентский химико-технологический институт
E-mail: rajabov2310@gmail.com

Вычисление средней арифметической и коэффициента вариации *v*. Массу 1000 зерен пшеницы в навеске массой 100 г, просеянной через набор сит, представим в таблице 1.

3. Форма записи результатов

Сита с продолговатыми отверстиями размером, мм	Остатки на ситах, г (x_i)	Отклонения от средней арифметической, г $(x_i - \bar{x})$	Квадраты отклонений $(x_i - \bar{x})^2$
2,8х20	10	+15	225
2,5х20	30	-5	25
2,0х20	40	-15	225
1,0х20	20	+5	25
итого:	100	-	500

Средняя арифметическая

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

где n - число сит (остатков на ситах) - 4;

$$\bar{x} = \frac{(10 + 30 + 40 + 20)}{4} = 25 \text{ г.}$$

Отклонения от средней арифметической $(x_i - \bar{x})$ составят 25-10=+15; 25-30 = -5; 25-40=-15; 25-20= +5.

Сумма квадратов отклонений:

$$\sum(x_i - \bar{x})^2 = 225$$

То же =25

»=225

» =25

$$\sum = 500$$

Дисперсия $S^2 = \frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{n-1} = \frac{500}{4-1} = 167$

Среднеквадратическое отклонение $S = \sqrt{s^2} = \sqrt{167} = 13$

Коэффициент вариации $v = \frac{S}{\bar{x}} * 100 = \frac{13*100}{25} = 52\%$

Коэффициент вариации показывает степень колебания (варьирования) по размерам изучаемого показателя, в данном случае размеров зерна. Чем больше коэффициент вариации, тем больше изменяются размеры изучаемого признака.

Вычисление средней взвешенной. Возьмем те же остатки зерна пшеницы, определим влажность каждого остатка и составим таблицу 2.

4. Форма записи результатов

Сита с продолговатыми отверстиями размером, мм	Остатки на ситах, г	Влажность зерна в остатках на каждом сите,	Результат умножения величины остатков на их влажность
2,8х20	10	13	130
2,5х20	30	15	450
2,0х20	40	17	680
1,7х20	20	18	360
итого:	100	16,2	1620

Средняя взвешенная

$$\overline{x_B} = \frac{\sum x_i w_i}{\sum x_i} = \frac{1620}{100} = 16{,}2\ \%.$$

Определение линейного коэффициента корреляции *r*. Когда определенному значению одной (независимой) переменной *x*, называемой аргументом, соответствует определенное значение другой (зависимой) переменной *y*, называемой функцией, и когда эта зависимость однозначна, ее называют функциональной, т. е. *y= f (x),* говорят «игрек есть функция от икс». В природе и в экономике наблюдается, что на изучаемое явление или признак влияют многие факторы, в том числе и случайные, что вызывает варьирование этого явления или признака. Отсюда зависимость между ними приобретает не функциональный, а статистический характер, когда определенному значению одного признака, рассматриваемого в качестве независимой переменной, соответствует не одно и то же числовое значение, а несколько, порой большое количество распределяемых в вариационный ряд числовых значений другого признака, рассматриваемого в качестве зависимой переменной. Такого рода зависимость между переменными величинами называется корреляционной или корреляцией. Функциональные связи одинаково легко обнаружить и на единичных, и на групповых объектах. Корреляционные связи изучают только на групповых объектах методами математической статистики. Корреляционные связи называют неполной, и она может быть выявлена только при большом числе наблюдений, т. е. из статистических данных.

Коэффициент корреляции на малочисленных выборках, с которыми обычно приходится иметь дели при работе с зерном, вычисляют непосредственно но значениям сопряженных признаков, т. е. без группировки выборочных данных в вариационные ряды.

Для вычисления коэффициента корреляции применяют одну из приведенных формул:

$$r_{xy}=\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i-\bar{x})^2\sum(y_i-\bar{y})^2}}$$

$$r_{xy}=\frac{D_x+D_y-D_d}{2\sqrt{D_x-D_y}}$$

где

$$D_x=\sum(x_i-\bar{x})^2; \qquad D_y=\sum(y_i-\bar{y})^2;$$

$$D_d=\frac{\sum d_i^2-(\sum d_i)^2}{n}; \qquad d=(x_i-y_i);$$

n - общее число парных наблюдений (объем выборки).

3. Форма записи результатов

Масса 1000 зерен x_i, г	Влажность зерна y_i, %	x_i-y_i	$y_i-\bar{y}$	$(x_i-\bar{x})^2$	$(y_i-\bar{y})^2$	$(x_i-\bar{x})$; $(y_i-\bar{y})$
48	13,4	+12,6	-2,4	158,76	5,76	-30,24
25	18,4	-10,4	+2,6	108,16	6,76	27,04
36	16,3	+0,6	+0,5	0,36	0,25	+0,30
37	16,4	+1,6	+0,6	2,56	0,36	+0,96
44	12,9	+8,6	-2,9	73,96	8,41	-24,94
43	12,8	+7,6	-3,0	57,76	9,00	-22,80
31	17,1	-4,4	+1,3	19,36	1,69	-5,72
28	17,4	-7,4	+1,6	54,76	2,56	-11,84
30	17,5	-5,4	+1,7	29,16	2,89	-9,18
40	12,3	+4,6	-3,5	21,16	12,25	-16,10
34	16,8	-1,4	+1,0	1,96	1,00	-1,40
29	18	-6,4	+2,2	40,96	4,84	-14,08
$\sum 425$	189,3	-	-	568,92	55,77	162,08

Возьмем три пробы зерна пшеницы. Пробы просеем через набор сит с продолговатыми отверстиями размерами 2,8x20; 2,5x20; 2x20 и 1,7x20. В каждом из остатков на ситах определим массу 1000 зерен и влажность. Получим 12 парных наблюдений. Найдем коэффициент корреляции между размерами зерен (масса 1000 зерен) и влажностью. Составим таблицу 3.

Число парных наблюдений n=12. Вычислим средние арифметические массы 1000 зерен $\bar{x}$ и влажности зерна $\bar{y}$:

$\bar{x}$ = 425/12 = 35,4 г;

$\bar{y}$ = 189,3/12 - 15,8%

Остальные данные вычислим по таблице. Полученные числовые значения вставим в формулу:

$$r_{xy} = \frac{-162{,}08}{\sqrt{568{,}92 * 55{,}77}} = \frac{-162{,}08}{\sqrt{31729}} = \frac{-162{,}08}{178{,}13} = -0.910$$

Определим величину ошибки полученного коэффициента корреляции. Ее вычисляют при небольшом объеме выборки (меньше 100 наблюдений) по формуле

$$S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}$$

В нашем примере

$$S_r = \sqrt{\frac{1-0{,}828}{12-2}} = \sqrt{\frac{0{,}172}{10}} = \sqrt{0{,}017} = 0{,}130$$

В окончательном виде запишем

$$S_r = -0{,}910 \pm 0{,}130.$$

Коэффициент корреляции - отвлеченное число, лежащее в пределах от -1 до +1. Когда между изучаемыми признаками нет связи, они варьируют независимо друг от друга, r=0. Чем сильнее связь между признаками, тем больше и величина коэффициента корреляции. При положительной, или прямой, связи, когда большим значениям одного признака соответствуют большие значения другого, коэффициент корреляции приобретает положительный (+) знак и находится в пределах от 0 до +1, а при отрицательной, или обратной, связи, когда большим значениям одного признака соответствуют меньшие значения другого, коэффициент корреляции сопровождается отрицательным (-) знаком и находится в пределах от 0 до -1.

В нашем примере коэффициент корреляции отрицательный. Это свидетельствует об обратной связи между изучаемыми признаками и означает, что зерна с большими размерами имеют меньшую влажность и, наоборот, для зерен с меньшими размерами соответствует большая влажность. При этом коэффициент корреляции очень высок, значит, такая связь между размерами зерен и влажностью выражена очень сильно.

При использовании коэффициента корреляции нельзя рассматривать его свидетельством строгой закономерности в сопряженности изучаемых двух явлений. Корреляционная связь не есть синоним причинно-следственной связи. Она лишь заставляет подозревать, что либо оба явления обусловлены общей причиной, либо одно из них - причина другого. Поэтому вычисленный коэффициент корреляции должен быть дополнен анализом материальности сущности рассматриваемых явлений, выявлением скрытой природы их согласованных изменений. И тогда коэффициент корреляции будет математической иллюстрацией результатов проведенного анализа, т. е. выполнять отведенную ему роль.

В приведенном примере, опираясь на теоретические знания о природе воды и особенностях ее поведения в тканях зерна, необходимо показать, почему между влажностью и размерами зерна выявилась наблюдаемая обратно пропорциональная связь.

Коэффициенты корреляции следует рассчитывать с применением электронно-вычислительных машин (ЭВМ), в том числе микропроцессорной техники. Для этого преподаватель должен обратиться за помощью к работникам вычислительного центра института.

Большую помощь в расчетах может оказать использование таблиц Барлоу квадратов, кубов, квадратных корней, кубических корней и обратных величин для всех целых чисел от 1 до 15000.

Для повышения достоверности коэффициента корреляции его возводят в квадрат, получав коэффициент детерминации ($r_Д$).

TA'LIMDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHDA MATEMATIKA FANINI INTEGRATIV YONDASHUV ASOSIDA O'QITISH

Termiz davlat universiteti katta oqituvchisi A. Avliyoqulov

"Yangi O'zbekiston ostonasi maktabdan boshlanadi"

Sh.M.Mirziyoyev.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyev-"Farzandlarimizni mustaqil fikrlaydigan, zamonaviy bilim va kasb-hunarlarni chuqur egallagan, mustahkam hayotiy pozitsiyaga ega, chinakam vatanparvar insonlar sifatida tarbiyalash biz uchun hamisha dolzarb masala hisoblanadi[1]". [1; 189-b.] deb ta'kidlaganlar. Bu esa matematika ta'limining kompetensiyaviy yondashuvga asoslangan raqamli texnologiyalashtirilgan shakllari, o'qitishning amaliy birligini ta'minlash imkoniyatlariga yo'naltirilgan simulyatsion tizimlar, mustaqil tadqiqotchilik ko'nikmalarini rivojlantiruvchi vertual matematika hamda mental arifmetikaga bo'lgan qiziqish va talabni kuchaytirmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28-yanvar PF-60 sonli "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida[2]" [2; 1-b.] gi Farmonining "Harakatlar strategiyasidan-Taraqqiyot strategiyasi sari" tamoyiliga asosan ishlab chiqilgan 7 ta ustuvor yo'nalishdan iborat va "Inson qadrini ulug'lash va faol mahalla yili"da amalga oshirishga oid davlat dasturining IV ustuvor yo'nalishi: "Adolatli ijtimoiy siyosat yuriyish, inson kapitalini rivojlantirish" yo'nalishining 41-maqsadda "Maktablarni rivojlantirish Milliy dasturini joriy etish orqali Xalq ta'limi tizimida qo'shimcha 1,2 million o'quvchi o'rni yaratish" va 44-maqsad: maktablarda ra'lim sifatini oshirish, pedagog kadrlarni bilimli va malakasini xalqaro darajaga olib chiish", 70-maqsadda "Yoshlarga oid davlat siyosatini takomillashtirish" kabi maqsadlar belgilangan bo'lib, maktab ta'limini rivojlantirish ustuvor vazafalar etib belgilandi. O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida "...o'qitish metodikasini takomillashtirish, ta'lim-tarbiya jarayoniga individuallashtirish tamoyillarini bosqichma-bosqich tatbiq etish, xalq ta'limi sohasiga zamonaviy texnologiyalar va innovatsion loyihalarni joriy etish" vazifalari belgilangan. Bu borada o'quvchilarda tayanch va fanga doir kompetensiyalarni shakllantirishning matematik va informatsion tarkibiy asoslarini aniqlashtirish, integrativ yondashuvga asoslangan matematika fanini o'qitishning ta'lim amaliyotiga joriy etish mexanizmini takomillashtirish, xususiy kompetensiyalarni shakllantirishning metodik tizimini ishlab chiqish ta'lim sifati va samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. "Yoshlar – Yangi O'zbekiston bunyodkorlari" shiori ostida "Yangi O'zbekiston – Uchinchi Renessans" g'oyasining ro'yobga chiqarilishini ta'minlashning nazariy-metodologik jihatlari amaliyotga tadbiq etilganligi, xalqimizning boy ma'naviy merosini ilmiy nuqtai nazardan yoshlarni ongiga yetkazishdan dalalot beradi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 7-maydagi "Matematika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora tadbirlari" to'g'risidagi qarori, O'zbekiston Respublikasining 2020 yil 23-sentabrdagi O'RQ-637-son "Ta'lim to'g'risida" gi qonuni, mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi. 2019 йил 29-апрелдаги "Ўзбекистон Республикаси халқ таълими тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида" ги ПФ-5712-сонли Фармони[3]", [3; 2-b.] меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда муайян даражада хизмат қилади. "Ruhshunoslarning fikriga qaraganda, matematik tushunchalarni shakllantirish muammosi murakkab va serqirralidir[4]".[4; 5-b.]. Bu esa, vazifalar umumiy o'rta ta'lim maktab o'qituvchilariga katta mas'uliyat talab etadi. Shu maqsadda matematik ta'limini raqamli texnologiyalardan foydalanib, integrativ ta'lim va kompetensiyaviy yondashuv muammolari o'zining ilmiy, nazariy va amaliy xususiyatiga ega soha ekanligi ilmiy tadqiqotlarda qayd qilingan. Umumiy o'rta ta'lim maktablarida matematika fanini o'qitishda integrativ yondashuvlar orqali ta'lim metodologiyasining konseptual asoslarini ishlab chiqish masalasi faylasuf, tarixchi, psixolog va pedagog olimlarning diqqat markazida bo'lib kelgan. Bu esa, hozirgi kunda umumiy o'rta ta'lim maktab o'qituvchilari oldiga juda katta mas'uliyat va vazifalarni qo'ymoqda. Bunday vazifalardan biri matematika ta'limini raqamlashtirish texnologiyalari va integratsiyalash ya'ni, matematika fanini boshqa bir necha fanlar bilan bog'lagan holda yanada sermazmun o'qitish metodologiyasini tashkil qilishdir. Shu ma'noda umumiy o'rta ta'lim maktab o'quvchilari matematika fanini puxta o'zlashtirishlari uchun darslarni integrativ yondashuvlar metodologiyalari asosida o'qitish samarali natija beradi. Bu esa umumiy o'rta ta'lim maktablari uchun qabul qilingan "Davlat ta'lim standarti" asosida tayanch o'rta ta'lim (V-IX sinflar) o'quvchilariga matematika (algebra va geometriya) fanini nazariy va amaliy asoslariga oid bilim, ko'nikma va malakalarini shakllantirishni ta'minlaydi.

Matematika-aniq fanlardan biri bo'lib, uni boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi, ilmiy jihatdan uzviyligi va ketma-ketligini yoritib berish usullardan foydalanish ko'zda tutilgan. Umumiy o'rta ta'lim maktablarida raqamli texnologiyalar va matematika fanini o'qitishda integrativ yondashuvlar metodologiyasining konseptual asoslarini ishlab chiqish esa matematika fanini o'qitishning samaradorligini oshirish bilan birga o'quvchilarning matematik bilimini oshirishga va boshqa fanlarga bo'lgan qiziqishini orttirishga xizmat qiladi. Pedagogik tadqiqot natijalari asosida metodik tavsiyalar ishlab chiqish va yaratish, matematika ta'limini raqamli texnologiyalar asosida o'qitishda va integrativ yondashuvlar metodologiyasi nuqtai nazardan o'rinli va zarur ekanligini ta'kidlash lozim. Dunyo hamjamiyati tomonidan ta'limni barqaror taraqqiyot, globallashuv va integratsiyalashuv jarayonlariga moslashtirishda aniq fanlar, jumladan, matematika fanini ta'lim oluvchilarga sog'lom turmush madaniyati, matematik kompetentlilikni rivojlantirishdagi ta'siriga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda aniq fanlar, jumladan, matematika ta'limini raqamlashtirish texnologiyalari asosida o'qitish jarayonida o'quvchilarning matematik dunyoqarashini rivojlantirish, umumiy o'rta ta'lim tizimida fanlarni integrativ yondashuv asosida o'qitish mexanizmlarini yaratish, pedagogik va didaktik asoslarini aniqlash hamda amaliyotga tatbiq etish, matematik bilimlarni kundalik va hayotiy faoliyatda qo'llay olish layoqatini oshirish, bilimlarni to'liq o'zlashtirish texnologiyasini takomillashtirish, integrativ ta'limni qo'llash borasida ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Shavkat Mirziyoyev."Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz". Toshkent. "O'zbekiston" nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 2017 yil. 488 bet.

2.Ўзбекистон Республикаси Президентининг "2022-2026 йилларга мўлжалланган "Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида" ги Фармони. 2022 йил 28-январь ПФ-60 сонли Фармони. Тошкент.

3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 29 apreldagi «O‘zbekiston Respublikasi xalq ta’limi tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi PF-5712-sonli Farmoni. //Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi. 06/19/5712/3034son, 29.04.2019 y.

4. E.Jumayev. “Bolalarda matematik tushunchalarni rivojlantirish nazariyasi va metodikasi”. Toshkent. ”Ilm ziyo” nashriyoti. 2005 yil. 224 bet.

ПАХТА ТОЗАЛАШ МАШИНАЛАРИДАГИ ЎЗГАРУВЧАН УЗАТИШ НИСБАТЛИ ТАСМАЛИ УЗАТМАСИДА ТАСМАНИНГ БОШЛАНҒИЧ ТАРАНГЛИГИ ВА СИРПАНИШ КОЭФФИЦИЕНТИНИ АНИҚЛАШ

кат.ўқит. Х.Т.Нуруллаева

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

(e-mail: saxrobn84@gmail.com)

Ўзгарувчан узатиш нисбатли тасмали узатманинг тасмали таранглиги ва сирпаниш коэффициентини аниқлаш услуби ишлаб чиқилди. Олинган таҳлил шуни кўрсатадики, таранглаш ролиги эксцентриситети нолга тенг бўлса сирпаниш коэффициенти ҳам нолга тенг бўлади.

Разработана методика определения натяжения ремня и коэффициента скольжения ременной передачи с переменным передаточным числом. Полученный результат показывает, что если эксцентриситет натяжного ролика равен нулю, коэффициент скольжения также равен нулю.

A method for determining the belt tension and the slip coefficient of a belt drive with a variable gear ratio has been developed. The result shows that if the eccentricity of the idler roller is zero, the slip coefficient is also zero.

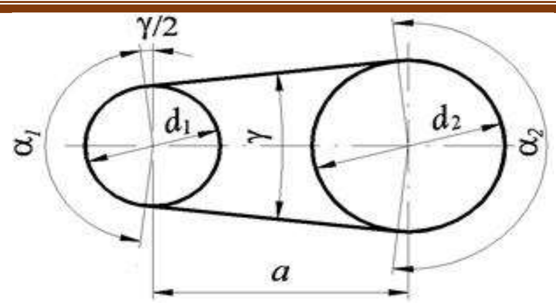
Ишлаб чиқариш шароитида, кўп холларда, машина ва механизмлар ишчи органларининг керакли амплитуда ва частотада ўзгарувчан бурчак тезлик билан харакат қилиши талаб этилади [6]. Бундай харакатни амалга ошириш мақсадида таранглигини ўзгартирувчи қурилмали тасмали узатмалар тавсия этилади.

Маълумки мавжуд тасмали механизмларда тасманинг бошланғич таранглиги ва сирпаниш коэффициенти асосан ўзгармас қийматга эга бўлади. Агар қозиқли барабан ўзгарувчан бурчак тезлик билан ҳаракатланса пахтани майда ифлосликлардан тозалаш самарадорлиги ошади [3]. Ўзгарувчан узатиш нисбатли тасмали узатмаларда тасманинг бошланғич таранглиги ва сирпаниш коэффициенти ўртача қиймат атрофида ўзгарувчан бўлади [1,2].

Етакловчи шкивнинг диаметри d_2, мм

$$d_2 = d_1 \cdot u_{12}(1-\xi) \tag{1}$$

Бунда ξ - сирпаниш коэффициенти



11- расм. Мавжуд тасмали узатма схемаси

бу ерда, d_1 -етакчи шкив деаметри; d_2 -етакланувчи шкив диаметри;

Шкивларнинг марказлараро масофаси a билан, тасма тармоқлари орасидаги бурчак γ ва тасманинг кичик шкивдаги қамров бурчаги α_1 билан белгиланади.

a - ўқлараро масофанинг тахминий қиймати

$$a \geq 0.55(d_1 + d_2) + h \tag{2}$$

Бунда h- тасманинг баландлиги

Етакловчи шкивнинг қамров бурчаги α_1

$$\alpha_1 = 180^0 - 57^0 (d_2 - d_1)/a \geq \left[120^0\right] \tag{3}$$

Ип (тасма) шкив айланиш томонига V тезлик билан харакатланса Амантон қонуни бажарилади [4]. Тасма тармоқлардаги таранглик кучи узатмага юкланиш берилганда тасманинг тасманинг етакчи ва етакланувчи тармоғидаги таранглик кучига боғлиқ.

Тасманинг тортиш хусусияти, тасма билан шкив орасидаги ишқаланиш коэффициенти ва қамров бурчагига боғлиқ.

Тасмали узатмаларнинг юкланиш даражаси эса фойдали иш коэффициенти ва сирпаниш эгри чизиқлари асосида баҳоланади.

Таранглик кучларини бу омилларга боғлиқлигини Эйлер формуласи билан изохланади**.**

Тавсия қилинаётган тасмали узатма учун бошланғич таранглик ва сирпаниш коэффициентини аниқлаш муҳим ҳисобланади (2-расм).

Тасмали узатмалар узатиш нисбати тасманинг сирпаниш коэффициентини инобатга олган ҳолда узатманинг узатиш сони қуйидаги ифода орқали ҳам аниқланади [1].

$$u_{12} = \frac{d_1}{d_2(1-\xi)}. \tag{4}$$

(4) формулага асосан ўзгарувчан нисбатли тасмали узатмада узатиш сонини қуйидагича ёзиш мумкин.

$$u_{1,2} = \frac{EF}{\left\{EF - (e^{\mu\beta} - 1)\left[\left(acos\left(arctg\frac{rsin\varphi_1}{a + rcos\varphi_1}\right) + \sqrt{r^2 - a^2 sin\left(arctg\frac{rsin\varphi_1}{acos\varphi_1}\right) - r}\right)k + S_y\right]\right\}} \tag{5}$$

бу ерда: а-экцентриситет; r-айлана радиуси; Е-тасманинг эластиклик модули; F-тасманинг кўндаланг кесими; μ-ишқаланиш коэффициенти;

β-тасманинг сирпаниш бурчаги.

Кўриб чиқилаётган тасмали узатма учун аналитик усулда аниқланган узатиш нисбатини топиш ифодаси (5) ни инобатга олиб, тасмани сирпаниш коэффициентини топишимиз мумкин бўлади.

$$\xi = 1 - \frac{a\cos\varphi_3' + \sqrt{r_3^2 - a^2\sin^2\varphi_3'}}{a\cos\varphi_3 + \sqrt{r_3^2 - a^2\sin^2\varphi_3}} \; . \quad (6)$$

Тавсия қилинаётган таранглаш ролиги айланиш ўқига эксцентрик холда жойлаштирилган тасмали узатмадан иборат. Бу таранглаш қурилмаси иш давомида тасманинг таранглигини даврий равишда ўзгартириб туради. Натижада тасманинг тортувчи ва тортилувчи қисмлари орасида нисбий сирпаниш қиймати ўзгаради ва етакланувчи шкив айланишида бурама тебранишларни юзага келтиради.

Худди шунингдек [1] га асосан

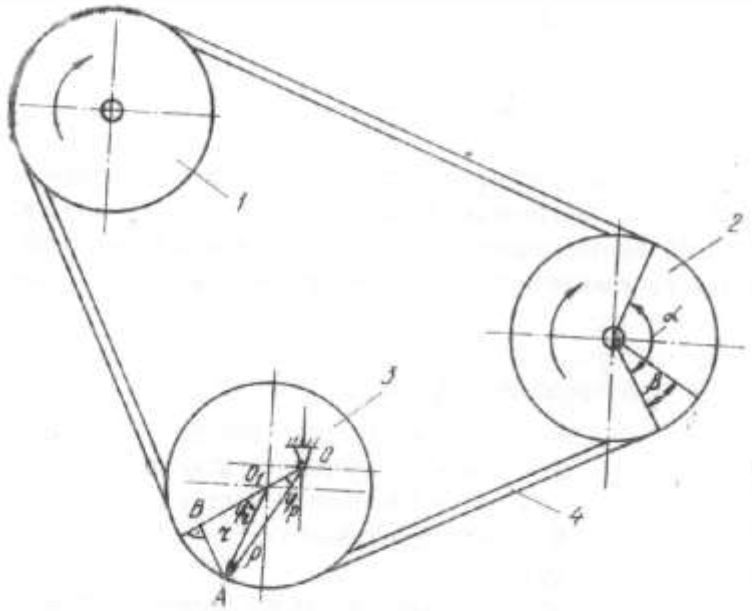
$$S_1 - S_2 = S_0(e^{\mu\beta} - 1) = \xi EF \; , \quad (7)$$

бу ерда: S_1, S_2, S_0-тасмали узатма тармоқларидаги тасманинг таранглигини ва бошланғич таранглигини келтирилган (2) ва (3) ларга асосан тасманинг бошланғич таранглиги

$$S_0 = \frac{EF}{e^{\mu\beta} - 1}\left[1 - \frac{a\cos\varphi_3' + \sqrt{r_3^2 - a^2\sin^2\varphi_3'}}{a\cos\varphi_3 + \sqrt{r_3^2 - a^2\sin^2\varphi_3}}\right]. \quad (8)$$

Олинган (5) ифодани таҳлили шуни кўрсатадики таранглаш ролиги эксцентриситети нолга тенг бўлса сирпаниш коэффициенти ҳам нолга тенг бўлади.

Берилган қийматларни қўйиб ҳисоблаганимизда сирпаниш коэффициенти 0, 015÷0,030 оралиғида ўзгаради. Жумладан, таранглаш ролиги эксцентрицитети 4,0 мм га тенг бўлганда сирпаниш коэффициенти 0,020÷0,030 оралиғида ўзгаради. Ҳудди шунингдек бошланғич тарангликнинг қиймати ҳам таранглаш ролиги эксцентриситетига боғлиқ равишда ўзгаради.



2. расм. Эксцентриклик таранглаш ролиги бўлган тасмали узатма схемаси

бу ерда, 1-етакчи шкив; 2-етакланувчи шкив; 3- эксцентрикли таранглаш ролиги; 4-тасма

Хулоса: Ўзгарувчан узатиш нисбатли тасмали узатманинг тасмали таранглиги ва сирпаниш коэффициентини аниқлаш услуби ишлаб чиқилди.

Натижада тасманинг тортувчи ва тортилувчи қисмлари орасида нисбий сирпаниш қиймати ўзгаради ва етакланувчи шкив айланишида бурама тебранишларни юзага келтиради.

Адабиётлар

1. Эргашов М, Дремова Н В, Нуруллаева Х Т Методика оценки влияния взаимодействия и отражения продольных волн от поверхности рабочего органа. Universum: технические науки. 2021. 5(86_3), с.501-53.
2. А.Джураев, Р.Н.Таджибаев, Х.Т.Нуруллаева, З.Тошбоев Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала, патент IAP № 03338. Блю. 2007.
3. И.Камол, Н.Х.Мирзакабилов, Х.Т.Нуруллаева. Применение одного типа сингулярного уравнения для решения задачи о движении текстильного продукта с вязкоупругими характеристиками. Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации Курс, 19-20 марта 2015.
4. Х.Т.Нуруллаева, О.А.Ортиков. Исследование процесса ударного взаимодействия летучки хлопка-сырца с многогранным колосником очистителя. Universum: технические науки 12-3 (93), 2021. с.68-71.
5. К.И.Ахмедов, Х.Т.Нуруллаева, И.Д.Якубов. Определение длины пластических зон и разрывной нагрузки упругой нити в другой среде «Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении» Курск 16-17 февраля 2017 с.27-32
6. А.Джураев, Ж.Мирахмедов, О.Муродов, Ш.Мамадалиева, Х.Нуруллаева Колосниковая решетка очистителя хлопка с многогранными колосниками. Витебский государственный технологический университет 2006. С. 221-222

7. Г.Х.Исламова, Х.Т.Нуруллаева, А.К.Нематов, И.А.Сидорова. Динамический модель подъемного механизма.. «Молодежь и системная модернизация страны» Курск 2019 с.259-261.

8. Dilrabo Mamatova, Abbosjon Nematov, Khosiyat Nurullayeva Full-factory experimental studies European Journal of Interdisciplinary Research and Development 2022/4/29 34-44p.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.

Манзура Исхаковна Пулатова профессор

Кафедра «Высшая математика»,

Бухарский инженерно-технологический институт,

г. Бухара, Республика Узбекистан.

pulatovamanzura1954@gmail.com

Рассматривается задача определения температурного поля и двумерной области D при заданной температуре на граничной области Г. Задача сводится к решению нелинейного уравнения теплопроводности

$$d_{iv}(\lambda(T)gradT) = -W \text{ в } D$$

с граничным условием

$$\frac{\mathrm{T}}{\Gamma} = \varphi(x, y)$$

а) где $T = T(x, y)$ – искомая температура, $\lambda(T)$ –коэффициент теплопроводности.

Используя переменную Кирхгофа

$$Q(T) = \int_0^T \lambda(\xi) d\xi$$

приходим к следующей задаче

$$\Delta Q = -W \text{ в } D, \quad \frac{Q}{\Gamma} = \int_0^{\varphi(x,y)} \lambda(\xi) d\xi$$

Предложена методика численного решения задачи с использованием метода сеток, которая иллюстрируется на примере прямоугольной области. В соответствии с этим, частные производные в уравнении заменялись разностными схемами на сеточной области. В результате получается система линейных алгебраических уравнений с пятидиагональной матрицей. Для её решения, в зависимости от порядка системы, используется методой матричной прогонки, верхней релаксации или переменных направлений (продольно-поперечная схема). В последнем методе на каждой итерации решается системы с трехдиагональной матрицей.

Выполнен анализ результатов численных расчетов на основе использования линейной аппроксимации и кубических сплайнов определения по табличным данным коэффициента теплопроводности $\lambda(T)$, вычисление интегралов методом Симсона и кубическими сплайнами.

Литература:

1. Федорченко И.С. Численное решение задач оптимизации систем, описываемых уравнениями эллиптического типа. НГАСУ, 2008 г - 105 с.
2. Федорченко И.С. Разностная аппроксимация задачи оптимального распределенного управления эллиптической системой. НГАСУ, 2008 г - 105 с.

СВЯЗИ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И СТАТИСТИКИ С АСТРОНОМИЕЙ.

Манзура Исхаковна Пулатова профессор

Кафедра «Высшая математика»,

Бухарский инженерно-технологический институт,

Студент Девликамов Рустам

г. Бухара, Республика Узбекистан.

pulatovamanzura1954@gmail.com

Синтез математики и астрономии в свое время стимулировал самые выдающиеся открытия. Иоганн Кеплер смог, анализируя наблюдения Тихо Браге, открыть эллиптическую форму планетных орбит. В дальнейшем Исаак Ньютон, благодаря исследованиям Кеплера, вывел закон всемирного тяготения.

В астрономии имеется ряд важных проблем, решение которых возможно лишь с применением теории вероятностей и статистики.

Рассмотрим один пример такого решения астрономической задачи.

Задача. Известно, что отношение числа кратных систем звезд с кратностью k к числу кратных систем звезд с кратностью $k-1$ приблизительно постоянно (не зависит от k) и равно b. В предположении, что этот закон выполняется строго, рассмотреть в качестве случайной переменной кратность системы, которой принадлежит случайно выбранная звезда, и найти её распределение.

Решение. Число систем кратность k, согласно условию,

$$cb^{k-1}$$

где c —число одиночных звезд. Число звезд в системах кратность k равно ckb^{k-1}.

Вероятность того, что случайно выбранная звезда принадлежит системе кратности k, равна

$$p_k = \frac{kb^{k-1}}{\sum_{k=1}^{\infty} kb^{k-1}}.$$

Так как знаменатель дроби равен

$$1(1-b)^2, \text{ то } p_k = (1-b)^2 kb^{k-1},$$

что и определяет искомое распределение.

Литература:

1. Агекян Т.А. Теория вероятностей для астрономов и физиков, М.: Изд. Наука, 1993. 250с
2. *Николаев П.Н., Николаева О.П.* Природа статистических и динамических закономерностей в физике. М., 2013, с. 106.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИПЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛЕНА В ТРУБЧАТОМ РЕАКТОРЕ

Артиков А, Тураев Б., Останов У.Ю
Ташкентский химико технологический институт. тел. +998931853030,
СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical»

Методика системного мышления и математического моделирования [3], позволяет анализировать систему и процессов без особых затруднений. По предложенной методике, анализ, моделирование и поиск оптимальных решений может происходить в следующем порядке:

1. изучение объекта исследования – реактора пиролиза с получением этилена, представляя его, как в виде системы, так и в виде процессов, происходящих в системе (в теле реактора).
2. Определение входных и выходных параметров, как системы, так и процесса.
3. Определение взаимосвязи параметров. Для определения взаимосвязи выходных от входных параметров строится математические и компьютерные модели.
4. Далее, аналогично, анализируются необходимые элементы по иерархической ступени
5. составление математической модели процесса. Можно начинать с глубинного уровня, где происходить химического преобразования сырья в этилен с подачей энергии топочного газа в печи.

Конкретизируя методологию системного мышления уточнена последовательность анализа объекта, математическое моделирование и поиск оптимальных решений на примере получения этилена.

В пиролизе сырья наиболее распространенным методом является преобразование его в змеевиковом реакторе трубчатой печи [1,2]. За последние годы печи пиролиза значительно усовершенствованы, их производительность увеличена до 0.64 кг/с или 20 тыс. т этилена в год, температура на выходе из змеевикового реактора повышена до 860 – 900^{0}С при одновременном снижении времени контакта до 0,2 – 0,4 с. Однако в трубчатых печах можно перерабатывать сырье с ограниченным концом кипения (не выше 350^{0}С). Это ограничение, а также существенные недостатки печей (периодические остановки для выжигания кокса, большая металлоемкость и необходимость применения высоколегированных сталей) являются причиной интенсивной разработки других типов реакторов для пиролиза.

Анализируя поступающий материал и из материального баланса, можно составить математическую модель для процесса химического преобразования сырья с переходим к составлению уравнения процесса выбранного i того квазиаппарата. Объединяя математические модели i того квазиаппарата и составлены математические модели процесса всей системы (реактора), как большого объекта.

Для формализации компьютерной модели процесса химического преобразования объект рассматривается как кибернетическая система, основанная на определении показателей.

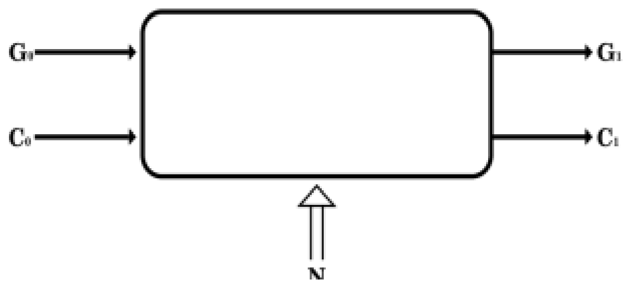


Рис. 1. Структурная схема объекта

G_0 и G_1- входящий и выходящий расходы материала; C_0 и C_1 – входящая и выходящая концентрация этилена; N-подаваемая энергия

Составлено уравнение материального баланса по выбранному компоненту (например, для этилена. В реактор подается материал с начальной нулевой концентрацией этилена).С точки зрения динамики структуры потоков можно написать математическое описание уравнения материального баланса процесса получения этилена в трубчатом реакторе

$$\frac{dm_i}{d\tau} = G_0C_0 - G_1C_1 + q_u; \tag{1}$$

Увеличение расхода этилена определяется:

$$q_u = k(1 - C_1) \tag{2}$$

k -коэффициент химического преобразования зависит от свойства сырья и от коэффициента химического преобразования.

доля концентрации сырья C_A преобразующегося в этиленас концентрацией C

$$C_A = 1 - C \tag{3}$$

$m -$ массовая доля концентрации этилена:

$$m = m_0C \tag{4}$$

где: m-масса, C-концентрация

Увеличение расхода этилена q_u в непрерывном процессе коэффициент химического преобразования k, зависит от объема материала V и концентрации материала C_A, поступающего на химического преобразования в этилен. Единица измерения кг/м^3 сек.

Масса этилена характеризуется общей массой материала в аппарате. Концентрация этилена C характеризуется общим расходом G_1:

$$C = \frac{G_c}{G_1} \tag{5}$$

Где, G-расход; C-концентрация.

Если учесть все вышеприведенные при динамической характеристике процесса химического преобразования , то формула (1) примет вид:

$$\frac{dC}{d\tau} = \frac{1}{m_0}[G_0C_0 - G_1C + KV(1 - C)] \tag{6}$$

К примеру, математическая модель процесса химического преобразования материала в одноячеечном реакторе описывается следующим уравнением:

$$\frac{dm_0C_0}{d_\tau} = G_0C_0 - G_1C_1 + k(1 - C_1) \tag{7}$$

где G_0 –расход материала при входе в реактору; C_0 – концентрация материала при входе в реактору; G_1 – расход материала при выходе из реактора; C_1 – концентрация материала при выходе из реактора; *k* – коэффициент, показывающий особенности реактора.

Разработан алгоритм расчета и построена компьютерная модель представления входных показателей динамики процесса химического преобразования материала в прикладной программе MATLAB.

В блок ввода компьютерных моделей вводятся следующие входные параметры: общая масса материала m_0, коэффициент k и начальная концентрация этилена C_0, объем рабочей зоны V. Выходным параметром является изменение концентрации этилена в обшей смеси C_q

Компьютерная модель работает следующим образом: После ввода численных значений входных параметров через блоки 1 и 2, эти сигналы собираются в блоке сбора сигналов 3, и далее осуществляется вычисление значений параметров в блоке 4 и в интеграторе 5 результаты вычислений выводятся в виде временных графиков 6. Полученные результаты вновь подаются в блок сбора сигналов и определяются в блоке вычисления 9. Результаты вычислений можно наблюдать на цифровом экране 7 и в виде временных графиков в устройстве 6.

Воспользуясь математическим описанием одноячеечного непрерывного процесса (10), была получена одно квазиаппаратная компьютерная модель с использованием пакета программы MATLAB (рис. 5).

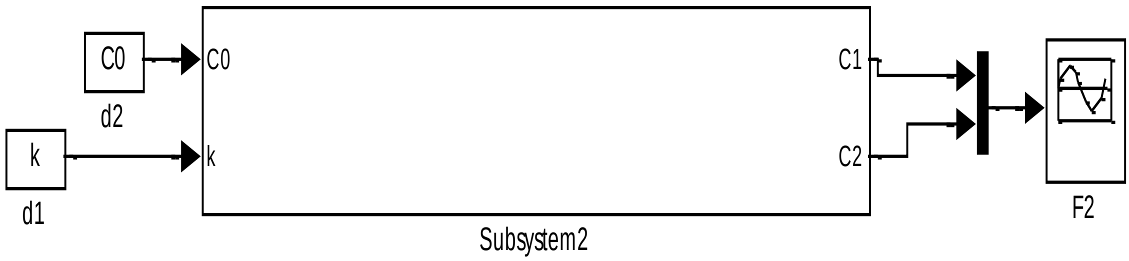


Рис.2. Компьютерная модель процесса химического преобразования сырья для выбранного (в данном случае первого) квазиаппаратного химического преобразования**.**

Анализом процесса химического преобразования материала и математическим описанием одноячеечного непрерывного процесса, была получена одноячеечная компьютерная модель В блок ввода компьютерных моделей вводятся следующие входные параметры: общая масса материала m_0, коэффициент химического преобразования k и начальная концентрация этилена до химического преобразования, в составе общей смеси материала x_0. Выходным параметром является изменение концентрации этилена до химического преобразования в обшей смеси материала.

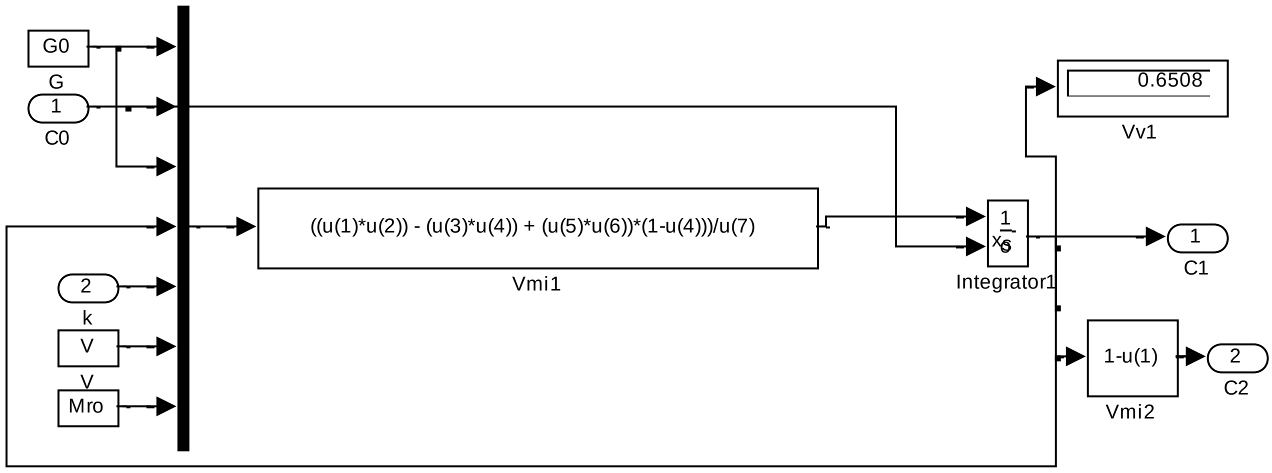


Рис. 3. Компьютерная модель динамики для процесса внутри одноячеечного объекта химического преобразования целевого продукта

Компьютерная модель состоит из следующих блоков:

компьютерная модель, последовательно по рисунку 1, состоит из следующих блоков:

1. Блоки ввода 1,2, 3, 4;

Блоки сбора сигналов 5;

3. Блоки вычесления 6,8;

4. Интегратор 7;

5. Блоки сбора сигналов и временных графиков 9, 10, 11.

В блок ввода одноячеечных компьютерных моделей вводятся входные параметры представляя на компьютерной программе MATLAB начальных условий для процесса химического преобразования материала в ударно-вертикальной реакторе: Начальный расход смеси сырья G=500/3600=0.14 кг/с, концентрация не химического преобразованного компонента x_{10} =1, общая масса материала в квазиаппарате m=23 кг. Выходным параметром считается концентрация этилена до химического преобразования в общей смеси материала.

Одно квазиаппаратная компьютерная модель работает следующим образом: после ввода входных параметров в блоки ввода 1,2,3,4 сигналы собираются в блоке сбора сигналов 5 и далее осуществляется вычисление значений параметров в блоках 6,8 и в интеграторе 7 через блок сбора сигналов 9. Результаты вычислений выводятся в виде временных графиков. Во временном графике 9 получены результаты изменения массы этилена относительно тяжелого вещества. Полученные результаты вновь подают в блок сбора сигналов 5 и вычисляют в блоке вычисления. Результаты вычислений можно наблюдать на цифровом экране и в виде временных графиков в устройствах 10 и 11.

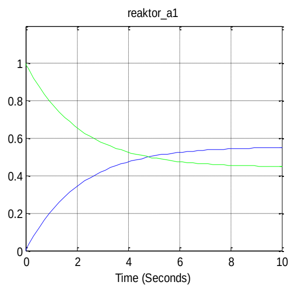
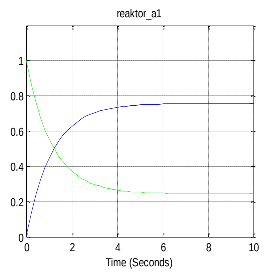
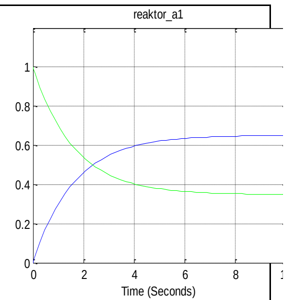
		

Рис.4. Графики изменения относительной	Рис.5. Графики изменения	Рис.6. Графики изменения

общей массы вещества и концентрации этилена, при k =1.1	относительной общей массы вещества и концентрации этилена. при k = 2	относительной общей массы вещества и концентрации этилена, при k =1.2

Решением обратной задачи математики установлена адекватность математической модели. В зависимости от величины коэффициента химического преобразования материала зависит выходная концентрация этилена. Для этого в начале была определена величина промышленной выходной концентрации этилена (до 65%.). Методом случайного поиска осуществлен поиск коэффициента химического [1] позволяющий определить адекватную математическую модель. Во временном графике приводятся графики изменения относительной массы сырья и концентрации этилена вещества после химического преобразования. Как видно (рис.4) при коэффициенте химического преобразования k=1.1 концентрация этилена на выходе из реактора доходить до 55%. При коэффициенте химического преобразования k=2 концентрация этилена (рис.5) доходить до 79%, а при коэффициенте химического преобразования k=1.2 концентрация этилена имеет значение 65%. Таким образом, при коэффициенте химического преобразования k=1.2 результаты промышленной (до 65%.) и математической модели процесса более согласуются.

Литература

1. Лебедев и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М., Химия. 1988. – 592 с.;

2. Пиролиз углеводородного сырья: Учебное пособие. Н.Л.Солодова, А.И.Абдуллин. Казан.гос.технол.ун-т; Казань,2007.-с. 239

3. Артиков А.А., Джураев Х.Ф., З.А Машарипова, Баракаев Б.Н. Системное мышление, анализ и нахождение оптимальных решений (на примерах инженерной технологии). Издательство «Дурдона». Бухара. 2020. 185с.

УСИЛЕНИЕ ВНИМАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИМ И КОМПЬЮТЕРНЫМ МЕТОДАМ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПРЕПОДОВАНИЯ ПРЕДМЕТА «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

А.А.Артиков, О.Р.Абдурахмонов

Ташкентский химико технологический институт. тел. +998931853030, Бухарский инженерно технологический институт

Автоматизация технологических процессов (АТП) является ключевым направлением повышения производительности промышленных предприятий, ускорения производства, создания материально-технической базы и развития технологий.

Усиление внимания математическим методам, математическому и компьютерному моделированию развивает мышление в изучении и использовании современных систем управления технологическими процессами, оснащенных автоматизированными измерительными, регулирующими и управляющими элементами, что является прямой обязанностью специалистов инженеров-автоматчиков. Для выпуска таких специалистов целесообразно повышение качества образования, в свою очередь это, в частности, обеспечивается созданием современных учебников и учебных пособий для студентов.

С этой точки зрения формировано новое учебное пособие по предмету «Автоматизация технологических процессов» предназначенное для студентов высших учебных заведений, в том числе специалистам в области автоматизации производственных процессов. Учебное пособие «Автоматизация технологических процессов» разработано согласно учебной программе специальности 60711900 «Информационно-коммуникационные системы управления технологическими процессами» и 5311000 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производством (по отраслям) для направления бакалавриата.

Материал учебного пособия может использоваться обучающимися не только как непосредственно учебное пособие, но и как материал, более полно закрепляющий темы учебной программы по элементам автоматизации и управления технологическими процессами. Темы в учебном пособии построено по следующей схеме: план темы, теоретические материалы (лекции), далее приводятся практические (практические и лабораторные) материалы, заканчивается вопросами для самопроверки.

Пособие написано как букварь по АТП, оно последовательно рассматривает и разъясняет системное мышление АТП, начиная с элементарного представления о АТП и роли математического компьютерного моделирования. Далее иерархическое представление автоматизируемых технологических процессов переходить на элементы автоматизации и управления. Тема за темой последовательно усиливается мышление об особенностях, далее осуществляется плавный переход на определение характеристик изучаемого объекта, на изучение способов представления их путем построения математических и компьютерных моделей. В процессе изучения предмета студент развивает свои навыки и знания по широкому спектру элементов систем автоматического регулирования. Это датчики, исполнительные механизмы, регуляторы и т.д. Первая часть пособия заключается в сочетания системного мышления и разработке компьютерной модели систем автоматического регулирования и его оптимального расчета. Студентам приводятся разъяснения поиска оптимального решения синтеза автоматизированных систем, оптимальных настроек регуляторов, формирования компьютерных моделей, синтеза локальной непрерывной системы управления. Разъяснены принципы работы регуляторов прямого действия и регуляторов электрического и пневматического действия, а также многоконтурный и комбинированная АБС.

Начальные темы ориентированы на проявления и развитие знаний студентов по анализу структуры управления и информационных потоков систем автоматизации, на изучение автоматизации технологических процессов на основе системного мышления и многоступенчатого математического моделирования. Также уделено внимание методу многомерного системного анализа автоматизации, объектам управления технологическими процессами, экспериментальному определению графа перехода процесса в стационарном и неустойчивом объекте, экспериментальной математической модели графа переходного процесса таких объектов, определению компьютерной модели, оптимальной коррекции, особенно при синтезе автоматических систем.

В каждом технологическом процессе участвует один или несколько технологических параметров, которые играют ключевую роль в ходе управления технологическим процессом. Эти параметры контролируются с помощью контрольно-измерительных приборов, регулируются с помощью регуляторов и управляются с помощью исполнительных механизмов.

В материалах по практическим занятиям приведены также упражнения по изучению законов регулирования, т.е. пропорционального (П), интегрального (И), дифференциальные (Д), ПД, ПИ, ПИД регулирования, математическому и компьютерному моделированию и расчету регуляторов, позиционных регуляторов с использованием моделей простых связанных объектов. Синтез системы оптимального регулирования АРТ с ПИД-регулятором. В качестве практических примеров автоматизации технологических приведены автоматизация таких химических процессов как смешивание, конверсия метана, синтез аммиака, каталитический крекинг, добыча нефти, низкотемпературная сепарация, производства аммиачной селитры, синтеза мочевины, таких пищевых процессов как обжарка и прессование, экстракция масла и разделение растворителей, отделение шлама от растворителя, дистилляция мицеллы, отбеливание масла, обработка зерна, замес теста, производство кваса, пивного сусла, томатного сока и пасты, прием и переработка винограда, переработка свеклы, производства спирта, переработка свеклы, приготовления колбасного фарша, переработка молока, производство сливочного масла, а также устройств абсорбционно-испарителя, смешивания, хлебопекарной печи ПХК-16, сушилки макаронных изделий, водоочистных сооружений, розлива минеральной воды в емкости, электродегидратора, отопительного прибора ПТВМ-30, кондиционеров и вентиляторов производственных помещений.

В приведенной структуре, форме и контексту данное учебное пособие в руках студентов превращается в эффективный инструмент для получения знаний и навыков по анализу структуры управления и информационных потоков систем автоматизации, технологических процессов, системного мышление АТП, компьютерного моделирования, иерархического представления, оптимальной коррекции, особенно при синтезе автоматических систем и автоматизации широкого круга технологических процессов.

SIRO ИП ИШЛАБ ҚИҚАРИШДА ПИШИТИШ УЧБУРЧАГИДА ТОЛА ТАРАНГЛИКНИ ТАҲЛИЛИ

Тулаганова М.В, Исақулов В.Т

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти. +998901205691

Республикамизда тўқимачилик саноатини ривожлантириш ва соҳага янги инновацион технологияларни жорий этиш орқали ресурстежамкор, рақобатбардош ҳамда экспортбоп маҳсулотларнинг янги турларини яратиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2022–2026 йилларда Ўзбекистон Республикасини Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан «Миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 бараварга ошириш, тўқимачилик саноати маҳсулотлари ишлаб чиқариш ҳажмини 2 бараварга кўпайтириш, жаҳон савдо ташкилотига аъзо бўлишда тўқимачилик соҳаларининг ишлаб чиқаришга таъсирини ўрганиш, ип-калавани чуқур қайта ишлаш, 2026 йилга қадар ип калавани тўлиқ қайта ишлашни йўлга қўйиш, тайёр маҳсулотлар учун миллий брендларни ривожлантириш ва уларнинг экспортини ошириш[3] бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларини амалга оширишда, жумладан, йигирилган иплардан тўқиладиган матоларининг сифатини ошириш, жараёнда ипларнинг узилишини камайтириш, истеъмол хусусиятлари яхшиланган янги ассортиментдаги тўқималар ишлаб чиқариш муҳим аҳамият касб этмоқда [1,2].

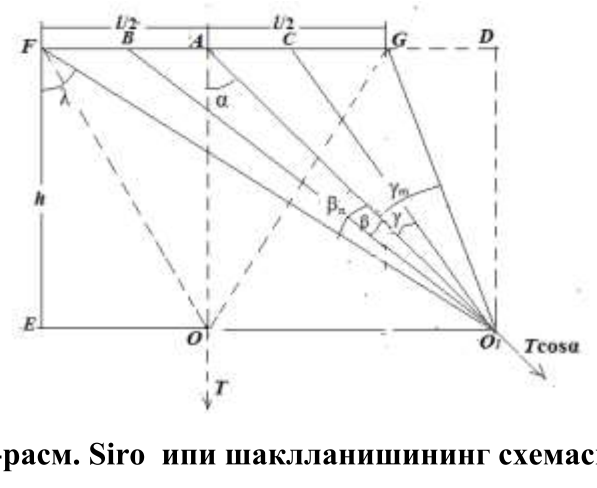
[3] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сон «2022–2026 йилларда Ўзбекистон Республикасини Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида тўғрисидаги» ги Фармони.

Тўқимачилик маҳсулотларининг сифати асосан ипнинг нотекислиги, ингичка-қалин жойлари, туклорлиги ва тозалилига боғлиқ бўлади. Ипнинг сифати эса уни тайёрлаш усулларига боғлиқ. Юқоридаги келтирилган вазифалардан келиб чиқиб “Siro” ипини ишлаб чиқаришда ўтимлар бўйича ҳомаки маҳсулотлар ва ипнинг физик механик кўрсаткичларига таъсир қилувчи омилларни, технологик жараёнларнинг оптимал кўрсаткичларини аниқлаш ва ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш энг муҳим ва долзарб масалалардан бири ҳисобланди [3].

Дунё олимлари хам хозирги кунда бу усулда янги изланишлар олиб бормоқда жумладан, Subramaniam ва Natarajan пилик зичлагич оралиқ масофаси унинг бурамларга таъсири бўйича изланишлар олиб борган. Пиликлар оралиқ масофаси ва бурамлар сонининг ортиши барча турдаги иплар учун ишқаланиш коэффициентини ортишига олиб келган [4]. Emrah Temel 100% полиэстер ва пахта ва полиэстер толаларидан турли чизиқли зичликдаги Siro ипи ишлаб чиқариш бўйича изланишлар олиб борган [5].

Маълумки ипдаги нотекислик муҳим кўрсаткичлардан бири бўлиб ипнинг сифат кўрсаткичларини белгилайди. Ушбу муамони ҳал этиш учун “Siro” ипини оптимал технологик параметрларини ишлаб чиқариш зарурати юзага келмоқда.

Ҳалқали йигириш машинасида “Siro” ипини тайёрлашда ўрнатилган пилик зичлагич турлари ва оралиқ масофаси пишитиш учбурчагининг кенглигига ва ип сифатига таъсирини баҳолаш бўйича олиб борилган тажрибалар Тошкент вилояти Бўстонлиқ туманидаги “OSBORN TEXTILE” МЧЖ ХК корхонаси ишлаб чиқариш шароитида ва Тошкент тўқимачлик ва енгил саноати институти “Йигириш технологияси” кафедрасининг ўқув лабораториясида Zinser 350 ҳалқали йигириш машинасида тадқиқотлар ўтказилди. Пилик зичлагич оралиқ масофаси, урчуқ айланиш тезлиги ва пишитилганликлар сонининг ўзгариши ип сифатига таъсири ўрганилди. Лабораторияда ўрнатилган Zinser 350 ҳалқали йигирув машинасида чизиқий зичлиги 14 текс бўлган “Siro” ипи ишлаб чиқарилди. Ипнинг физик-механик кўрсаткичлари танлаб олинган толанинг хоссаларига бевосита боғлиқ. Тола қанчалик сифатли бўлса, ундан олинган ип шунча сифатли бўлади. Бундан ташқари сифатли ип ишлаб чиқаришда технологик жараёнларда олинган ҳомаки маҳсулотларнинг хоссалари муҳим омил ҳисобланади. Ҳалқали йигириш машинасида ип йигириш жараёнида чўзиш асбобидан чиқаётган тутамча харакат йўналиши бўйича бир текис пишитиш учбурчагини хосил қилади. Толали қатлам марказга қараб харакатланиб бурам олади.



1-расм. Siro ипи шаклланишининг схемаси

Пишитиш учбурчакларидан бирини ташқи таранглик таъсири чизиғига нисбатан учбурчакда носимметрик жойлашган толалар тизими сифатида тасаввур қиламиз. $FE = h$, $FG = l$ катталиклар, α бурчак, вертикал куч T катталиги ва мазкур куч билан вертикал орасида ҳосил бўлган бурчак маълум бўлсин 1-расм.

Пишитиш учбурчагининг чап томонида жойлашган толалар тизими учун,

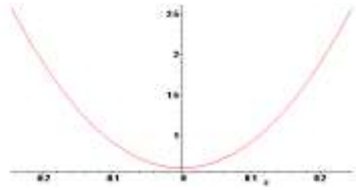
$$P_i = \frac{ES_{\text{вол}}}{\cos\alpha_i} + \mathrm{mod}\frac{T\cos\alpha - 0.5 * S_{\text{вол}} E\sum_{i=1}^{n}(1+tg^2\alpha_i)tg^2\alpha_i + \sum_{j=1}^{m}(1++tg^2\beta_j)tg^2\beta_j}{ES_{\text{вол}}\cos\alpha_i\sum_{i=1}^{n}} \qquad (1)$$

Пишитиш учбурчагининг ўнг томонида жойлашган толалар тизими учун,

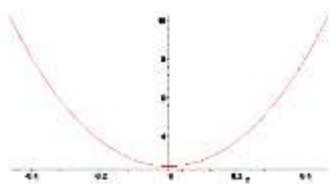
$$P_j = \frac{ES_{\text{вол}}}{\cos\beta_j} \qquad (2)$$

$\alpha = 0$

$h = 2мм$

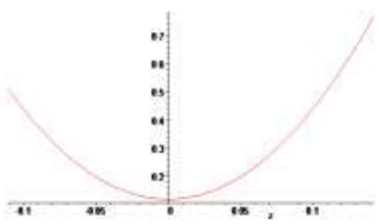


$h = 1мм$

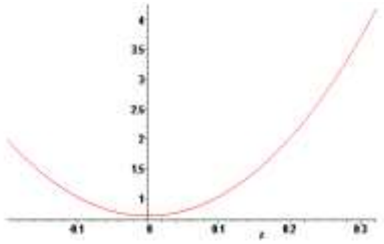


$\alpha = 45^0$

$h = 2мм$



$h = 1мм$



2-расм. Пишитиш учбурчагининг турли хил баландлик ва бурчак қийматларида тутамча таранглигининг эгри чизиқлари

Тенгламалар хусусияти рақамларнинг маълум қийматларида ип бўйлаб монохроматик бурам бериш тўлқинларининг тарқалиш жараёнини ифодалайди. Нолли шаклдаги тебранишга мос бўлган радиал йўналишда бурамдорликни ўзгаришини мавжуд эмаслиги аниқланган. Ҳар бир толадаги таранглик кучини аниқлаш учун ишда тавсия қилинган формуладан фойдаланамиз, бу ерда $\chi_i = \alpha_i$, $\chi_j = \beta_j$, T куч $T\cos\alpha$ га алмаштирилади.

Хулоса. Пишитиш учбурчаги бир меёрда бўлиши пилик зичлагич оралиқ масофаси 10мм ли бўлганда тажриба натижаси шуни кўрсатдики бурамлар сони кўпайиши ҳисобига узилишдаги пишиқлиги ортди, ип юзасидаги тукдорлик ва нотекисликлар камайди.Тутамча баландлиги 1,6 мм дан 2,2 мм гача бўлганда пишитиш учбурчаги таранглиги ва тузилиши тўғри шаклланиши аниқланган.Пишитиш учбурчагидаги асосий бурамлар тутамчаларга берилаётган бурамларни 1,5-2 маротабага камайши назарий аниқланган.

Адабиётлар

1. ПФ-60. Ўзбекистон Республикасини «2022–2026 йилларда Ўзбекистон Республикасини Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида тўғрисидаги» янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. 2022 йил 28 январь.

2. ПҚ-4186. Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини ислоҳ қилишни янада чуқурлаштириш ва унинг экспорт салоҳиятини кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида. 2019 йил 12 февраль

3. Onarboev B.O., Dzhuraev A.D., Tulaganova M.T., Isakulov V.T., Improving the sealing protection of equipment in spinning machines. International journal of advanced research in Science engineering and technology. Vol.6, issue 6, june 2019.

4. V.Subramaniam, K. S.Natarajan.Frictional properties of siro spun yarns. Journal of the Textile Institute, Vol. 98, No. 3, 2007, pp. 289-292.

5. Emrah TEMEL "%100 Polyester ve Polyester/Pamuk Karısımlarının Siro Yontemiyle Egrilebilirliginin Arastırılması", "Диссертация" Bornova – IZMIR 2009Chu S. P., Cheng S. K. P.; "Sirospun versus two-ply", Textile Asia, Vol. 26, No. 5, 2005, pp. 48-57.

6. M.B.Тулаганова."Siro" ип бурамларининг ўзгармаслигини таъминловчи технологик параметрларини ишлаб чиқиш / Автореферат дисс 05.06.02–Тўқимачилик материаллари технологияси ва хомашёга дастлабки ишлов бериш. Тошкент 2022.

MEXANIK TIZIMLARNING TEBRANISHLARI HAQIDAGI MASALALARNING MATEMATIK MODELLARINI QURISH

O'. Xakimova, I. Ortiqova, FarDU magistrantlari
xakimovaogiloy1993@gmail.com

Mexanikada tizimning chekli erkinlik darajalari - bu buyumning yoki tizimning butunlay qo'zg'almagan yoki deformatsiyalangan holatini va yo'nalishini tavsiflaydigan siljish va buralishni aniqlaydigan koordinatalar to'plamidan iborat. Bu erkinlik darajasi mashinasozlik, aviatsiya muhandisligi, robototexnika, konstruktiv muhandislik va boshqa yo'nalishlarda harakatlanuvchi jismlar tizimlariga tegishli asosiy tushunchadir.

Mexanik tizimlar tebranishlarini tavsiflovchi masalalarning matematik modellari Gamilton printsipi yoki Lagranjning ikkinchi tur tenglamasiga asoslangan holda o'rganiladi. Bu usullardan foydalanish uchun avvalo, tizimning kinetik energiyasi, potentsial energiyasi va tizimga ta'sir etuvchi konservativ bo'lmagan kuchlarning bajaradigan ishlarini ifodalovchi matematik modelini tuzish zarur bo'ladi. Ma'lumki, ishqalanish kuchlari hamda vaqtga bog'liq bo'lgan funksiyani ifodalovchi tashqi toyilish kuchlari konservativ bo'lmagan kuchlarni ifodalaydi. Shuningdek, mexanik tizimning *T* kinetik va *P* potentsial energiyalarining har biri umumlashgan $q_1, q_2, ...q_n$ koordinatalarga bog'liq vaqtga nisbatan funktsiyalar tashkil etadi. Faraz qilaylik, tadqiq qilinayotgan mexanik tizimning umumlashgan q_j *(j = 1,…n)* koordinatalariga ega bo'lgan ixtiyoriy nuqtasi biror *t* vaqt mobaynida $r = r(q_1, q_2, ...q_n)$ radius - vektor bilan aniqlanadigan koordinataga akslansin. U holda uning tezligi va kinetik energiyasining ifodalari quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$V = \sum_{j=1}^{n} \frac{\partial \overline{r}}{\partial q_j} q_j$$

$$T = \frac{1}{2} S_m v^2 = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^{n} m_{j,k} q_j q_k$$

Bu yerda $m_{j,k} = S_m * \frac{\partial \overline{r}}{\partial q_j} * \frac{\partial \overline{r}}{\partial q_k}$ kabi bo'lib, S_m belgi orqali esa barcha massalar bo'yicha olingan yig'indi ifodalangan. Shuningdek, $m_{j,k}$ lar q_j, q_k larning funktsiyalaridir hamda ularni kichik tebranishlarda o'zgarmas deb hisoblash mumkin bo'ladi.

Aytaylik, q_j koordinatalar mexanik tizim elementlarining muvozanat holatidan chetlangandagi chiziqli yoki burchak siljishlarini ifoda etadigan bo'lsin. Biror belgilangan vaqt mobaynida q_j siljishlarni yuzaga keltiruvchi elastik kuchlar tizimini F_j deb belgilasak, u holda $q_j = \sum_{k=1}^{n} \alpha_{j,k} F_k$ deb yozish mumkin bo'ladi. Bu yerda, $\alpha_{j,k}$ lar yumshoqlik koeffitsientlaridir.

Agar

$$U = \begin{bmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} \qquad \alpha = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \cdots & \alpha_{nn} \end{bmatrix} \qquad F = \begin{bmatrix} F_1 \\ \vdots \\ F_n \end{bmatrix}$$

Belgilashlar yordamida siljishni matritsa ko'rinishda ifodalsh mumkin, ya'ni:

$$u = \alpha F .$$

Yuqoridagi ifodada α matritsaga mos keluvchi teskari matritsani α^{-1} deb belgilasak, tenglikka asosan $F = \alpha^{-1} * u$ ga ega bo'lamiz. Agar $\alpha^{-1} = A = a_{j,k}$ ekanligini etiborga oladigan bo'lsak ushbu tenglikni

$$F_j = \sum_{k=1}^{n} a_{j,k} q_k \tag{1}$$

kabi ko'rinishda yozib olish mumkin. Elastik tizimning potentsial energiyasini F_j kuchlar bilan ularga mos bo'lgan q_j siljishlar ko'paytmalari yigindisining yarmiga teng deb olish mumkinligidan, ushbu

$$\Pi = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{n} F_j q_j = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{n}(\sum_{j=1}^{n} a_{j,k} q_k) q_j = \frac{1}{2}\sum_{j,k=1}^{n} a_{j,k} q_k q_j \tag{2}$$

tenglikni hosil qilamiz. Ma'lumki, mexanik tizimga q_j, siljishlarni vujudga keltiradigan P_j tashqi toyilish kuchlari ta'sir etadigan bo'lsa, u tizimning harakat tenglamasi ikkinchi tur Lagranj tenglamasi

$$\frac{d}{dt}(\frac{\partial T}{\partial q_j}) - \frac{\partial T}{\partial q_j} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_j} = P_j \tag{3}$$

tenglamasi bilan ifodaladi.

Agar (1) bilan (2) ifodalarni (3) ga qo'ysak,

$$\sum_{j,k=1}^{n} (m_{j,k}\ddot{q}_k + a_{j,k} q_k) = P_j , \;\; j = \overline{1,n} \tag{4}$$

tenglikni hosil qilamiz.

Yuqoridagi kabi

$$m = \begin{bmatrix} m_{11} & \cdots & m_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & \cdots & m_{nn} \end{bmatrix} \quad U = \begin{bmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} \quad \alpha = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \cdots & \alpha_{nn} \end{bmatrix} \quad F = \begin{bmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix}$$

kabi belgilashlarni kiritsak, (4) tenglikni quyidagicha yozish mumkin

$$Mu + A\ddot{u} = F \qquad (5)$$

Ushbu (5) tenglama $u(t_0) = \alpha_1, \dot{u}(t_0) = \alpha_2$ boshlang'ich shartlar bilan birgalikda massalari bir joyga to'plangan mexanik tizimning tebranishlari haqidagi masalaning matematik modelini ifoda etadi. Agar mexanik tizimning tebranishida materialning ichki ishqalanish kuchining ta'sirini hisobga olinadigan bo'lsa, u xolda, Yu.Rabotnov tomonidan kiritilgan nazariyaga asosan, (2) elastik potentsial bilan birga qovushqoq potentsialni quyidagi

$$\Pi_j = -\sum_{j,k=1}^{n} b_{j,k} q_k q_j, \;\; b_{jk} = b_{kj} \qquad (6)$$

yoki umumiyroq, holdagi

$$\Pi_j = \sum_{j,k=1}^{n} a_{j,k} R^* q_k q_j = \sum_{j,k=1}^{n} a_{j,k} q_j \int_0^1 R(t-\tau) q_k(\tau) d\tau \qquad (7)$$

kabi ifodalar yordamida kiritish mumkin. Bu yerdagi *R(t)* relaksasiya yadrosi deb atalib, u odatda tajribalar asosida aniqlanadi. Agar (3) tenglamadagi *П* ning o'rniga Π-Π_1, ni qo'yiladigan bo'lsa, u xolda (5) tenglama (6) bilan (7) larga nisbatan mos ravishda quyidagi ko'rinishlarga ega bo'ladi:

$$M\ddot{u} + B\dot{u} + Au = F \qquad (8)$$

$$M\ddot{u} + A(1 - R^{'})u = F \qquad (9)$$

Bu yerda, *B* orqali elementlari $b_{j,k}, \; \left(j, \; k \; = \; 1, n\right)$ lardan iborat bo'lgan kvadrat matritsa belgilangan. Yuqorida keltirilgan (8) yoki (9) tenglamalar $u(t_0) = \alpha_1, \dot{u}(t_0) = \alpha_2$ boshlang'ich shartlar bilan birgalikda mexanik tizimlarning so'nuvchi tebranishlari haqidagi masalaning matematik modelini ifodalaydi.

Amaliyotda ko'pgina muhandislik masalalari mexanik tizimlarning harakatini tavsiflovchi masalalarni tadqiq qilishga olib kelinadi. Mexanik tizimlarni tashkil etuvchi elementlar qovushqoq-elastik tuzilishga ega bo'lsa, bunday tizimlar harakatini ifodalovchi modellar integro-differenitsal tenglamalar orqali ifodalanadi. Bunday tenglamalarning analitik ko'rinishdagi yechimlarini aniqlash murakkab bo'lganligi uchun integro-differenitsal tenglamalarning taqribiy yechimlarini aniqlash dolzarb muammolardan sanaladi. Integro-differenitsal tenglamalarning taqribiy yechish uchun ko'pgina sonli usullar mavjud bo'lib, ularni amaliy masalalarni hal qilishga qo'llash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1.F.B Badalov va Sh.G'ulomovlarning "Matematik modellar va muxandislik masalalarini sonli yechish usullari" nomli kitobi.

2.F.B.Badalovning "Численные методы решения инженерных задач на ЭВМ". Ташкент, ТашПИ, 1987.

3.F.B Badalov va Sh.G'ulomovlarning "Xususiy xosilali differensial tenglamalar orsali modellashtiriladigan ayrim muxandislik masalalari va ularni EHMda yechish usullari". Toshkent, Fan nashriyoti, 1991.

4.Kraskevich V.E., Zelinskiy K.X., Grechko "Численные методы в инженерных исследованиях". Киев, ВШ, 1986.

ДРОБЕУДАРНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ЧУГУННЫХ КОЛОСНИКОВ ХЛОПКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

М.Р.Муминов[2],А.А.Юсупов[2], проф. И.Г.Шин[1]
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности[1]
АО "Пахтасаноат илмий маркази"[2]

Аннотация: В статье приводится обоснование оптимального числа ударов дроби при динамическом упрочнении чугунных колосников хлопковых машин на основе энергетического критерия – энергоемкости сплава.При этом энергию единичного удара оценивали через начальную кинетическую энергию дроби с учетом коэффициента восстановления скорости.

Долговечность хлопковых машин для отделения волокон от семян – джинов пильных и качественные показатели данного технологического процесса (штапельная длина, сумма пороков, механическая поврежденность семян и др.) определяются работоспособностью деталей рабочих органов, в частности, колосников, образующих одноименную решетку. Колосниковая решетка является важной частью рабочей камеры джина и служит для пропуска пильных дисков через зазоры между отдельными колосниками в рабочую камеру и свободного выноса из рабочей камеры хлопкового волокна, оторванного от семян зубьями пильного диска.

Колосники отличаются сложным профилем в рабочей зонеизготавливаются литьемиз серого отбеленного чугуна СЧ15 споследующеймеханической обработкой рабочих поверхностей на металлорежущих станках с применением специальных приспособлений и контроля профиля специальными шаблонами. Шероховатость поверхностей колосников, вступающих в контакт с сырцовым валиком и семенами, должна быть в пределах R_a=1,25-0,32, а боковые поверхности в рабочем месте –R_a=0,63-0,32.

Колосниковую решетку джина собирают из отдельных одинаковых колосников с отклонениями размеров лишь в пределах допусков. Эти колосники укладывают лапками на верхний и нижний брусья колосниковой рамы и укрепляют специальными болтами [1]. Количество колосников в решетке должно быть на один больше количества пильных дисков в в пильном цилиндре, который устанавливается на любой джин благодаря стандартности собираемых решеток.

Поверхность колосниковой решетки должна быть ровной, отклонение от плоскостности между отдельными колосниками в рабочей части допускается 1 мм, в остальных – 2 мм. Зазоры между колосниками зависят как от точности сборки, так и качества изготовления их рабочих поверхностей, и должны препятствовать проходу через них, оголенных семян. Так, при сборке колосниковой решетки выдерживают зазоры в рабочей части 3±0,2 мм. Технологический зазор между колосниками в процессе эксплуатации машины увеличивается из-за износа при непрерывном контакте с хлопковой массой, содержащей твердые минеральные частицы с абразивными,свойствами, а также в результате внезапного касания с пильными дисками. В процессе джинирования в рабочей части колосники подвергаются износу, в результате чего межколосниковый зазор увеличивается выше допустимого – 32 мм. Контакт пильного диска, с колосниками недопустим, однако, он может произойти из-за погрешностей сборки пильного цилиндра, прогиба вала, износа подшипников. Таким образом, основным критерием работоспособности колосников является износостойкость, которая повышается со степенью деформационного упрочнения поверхностного слоя. Длительное сохранение заданного технологического зазора между колосниками обеспечивает стабильную работу хлопковой машины с высокими качественными показателями.

В настоящей работе предложен технологический метод повышения износостойкости чугунных колосников с помощью динамического упрочнения дробью [2,3] в специальном дробеметном аппарате. Режим обработки: диаметр стальной дроби D=2 мм, скорость дроби υ=40 м/с, время обработки t=1-3 мин.

Особенностью упрочнения деталей машин потоком дроби является ограничение числа ударов по обрабатываемой поверхности, т.е. необходимо обосновать оптимальное число соударений, зависящее от энергоемкости поверхностного слоя и отличающееся для различных конструкционных материалов. Появление “белого” (нетравящегося) слоя на поверхности стальных или чугунных образцов свидетельствует о прекращении пластических деформаций и деформационного упрочнения, которое наступает после определенного числа соударений дроби. Недопустимо продолжение процесса обработки дробью, т.к. происходит перенаклеп, ведущий к хрупкому разрушению поверхностного слоя деталей и снижению работоспособности. Было принято, что разрушение при ударном воздействии упрочняющего тела (дроби) начинается после максимального насыщения поверхности: энергией деформации. Используя гипотезу подобия процессов механического разрушения и плавления, была рассчитана максимальная энергия $W_э$, которую способен поглотить деформируемый объем металла при пластической деформации, т.е. энергоемкость сплава составит:

$$W_э = M / \lambda, \ \textit{Дж}$$

где M – масса,соответствующая локальному объему пластически деформированного слоя, кг; λ – удельная теплота плавления твердого упрочняемого тела, Дж/кг; для серого чугунаλ = 9,7·10^4 Дж/кг. С учетом, параметров пластического отпечатка (глубина наклепа h_H, радиуса отпечатка a) и плотности чугуна ρ=7,4·10^3 *кг/мм*^{3} энергоемкость серого чугуна СЧ15 можно определить по зависимости:

$$W_э = \pi a^3 h_H \rho\lambda, \text{ Дж}$$

Энергию единичного удара $W_у$ оценивали через начальную кинетическую энергию W_0 дроби с учетом коэффициента восстановления скорости k:

$W_у$= $\mathbf{W_0}\boldsymbol{(1-k^2)}$**;** W_0=mv^2/2,

где m - масса дроби, кг.

Оптимальное число ударов N по данной поверхности детали для доведения поверхностного слоя до максимального упрочнения определяли как отношение предельной энергоемкости $W_э$обрабатываемого материала к энергии единичного удара $W_у$:

$$N = W_э / W_у.$$

Согласно расчетно-экспериментальным данным параметры очага пластической деформации составили: a=0,32 мм, h_H=1,195 мм. Начальная кинетическая энергия дроби $\boldsymbol{W_0}$=0,0526 Дж и значение коэффициента восстановления скорости k=0,13. Следовательно, оптимальное число ударов дроби по поверхности чугунных колосников при данных параметрах контактного взаимодействия составляет N=5-6. Необходимо отметить, что в эксплуатационных условиях число нагружений значительно превосходит значение N и при этом деталь сохраняет работоспособность. Данный факт объясняется тем, что дробеударная обработка осуществляется одновременным воздействием ударом дроби и локализацией высоких рабочих температур (600÷800°С), которые приводят к динамическому равновесию между формированием напряжений и их релаксацией в поверхностном слое деталей.

Литература

1. Хамов М.Г. Ремонт, монтаж и наладка хлопкоочистительного оборудования. – Ташкент: Укитувчи, 1990. – 536 с.
2. Шин И.Г., Назаров С.Р., Шодмонкулов З.А., Муминов М.Р. Поверхностное упрочнение дробью зубьев пильных дисков хлопкоперерабатывающих машин // Вестник машиностроения. – Москва, 2014. - №7. –С.81-85.
3. Шин И.Г., Джураев А.Д. Эффективность дробеударного упрочнения зубьев дисковых пил машин первичной обработки хлопка // Проблема текстиля. – Ташкент, 2009. - №1. – С. 7-11.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИСЛОКАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

[2]Муминов Мансурбек Рахимович, [2]Юсупов Аъло Анварович,
проф. [1]Шин Илларион Георгиевич

[1]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан, Ташкент
[2]АО “Пахтасаноат илмий маркази”,Узбекистан, Ташкент
(e-mail: mansurbekm@mail.ru, igshin@mail.ru)

Аннотация: *Приведена дислокационная модель формирования технологических остаточных напряжений при поверхностном пластическом деформировании металлов, основывающаяся на энергетических соотношениях энергии дислокаций и скрытой энергии деформации в соответствии с первым началом термодинамики*

Ключевые слова: *остаточные напряжения, дислокация, пластическая деформация, скрытая энергия, упрочнение*

Остаточные напряжения, возникающие поверхностном слое деталей в результате воздействия различных технологических процессов при их изготовлении, относятся к технологическим. При этом каждый технологический процесс (точение, шлифование, методы поверхностно-пластического деформирования - обкатка шариком, роликом, обработка дробью и др.) имеет свои особенности, но в основе механизма формирования остаточных напряжений содержится необратимое неоднородное распределение деформации по объему детали.

Неоднородное деформированное состояние поверхностного слоя деталей может возникнуть:

1) после неоднородной пластической деформации под действием силового поля, развиваемого при механической обработке металлов;

2) при нагреве и охлаждении, которые также вызывают неоднородные пластическую деформацию;

3) вследствие неоднородного изменения объема при фазовых превращениях как в твердом состоянии (закалка, старение), так и при неоднородном протекании фазовых превращений из жидкого состояния в твердое и наоборот.

Таким образом, технологические остаточные напряжения формируются при однородном действии различных факторов: механических, тепловых и физико-механических [1-4].

Остаточные напряжения, рассматриваемые по структурно-энергетической концепции, основаны на дислокационных представлениях о пластической деформации и термодинамики контактных процессов при механической обработке.

По мнению авторов [5,6] почти вся энергия, запасенная (скрытая) в кристалле металла в процессе его пластической деформации, приходится на энергию деформации, вызванной образовавшимися линейными дефектами кристаллической решетки - дислокациями, то есть деформационное упрочнение металлов и сплавов обусловлено в основном дислокациями.

Важной количественной характеристикой дислокационный структуры является плотность дислокаций $\rho_д$, равна суммарной длине дислокационных линий (петель) в единице объема материала:

$$\rho_д = L/V, \ см^{-2}$$

где $L = \sum N_д l_д$ – суммарная длина дисикационных линий, с*м*;

$N_д$ - число дислокационных линий $l_д$ в кристалле;

V – объём кристалла, $см^3$

Применение теории дислокации при анализе пластической деформации металлов обосновывается энергетическими соотношениями для краевой (линейной) и винтовой дислокации. Энергия зарождения дислокаций зависит от их вида и пропорциональна длине $l_д$ [7]:

$$E_d = \frac{Gb^2 l_д}{4\pi k} \ln(\frac{R}{r_0}),$$

G – модуль сдвига, $Н/мм^2$;

b – вектор Бюргерса, *см*;

R, r_0 – соответственно внешний и внутренний радиус силового поля напряжений, нм;

k=1-μ –для краевых дислокацией;

k=1- для винтовых дислокацией;

μ –коэффициент Пуассона

Если предположить, что в процессе пластической деформации краевые и винтовые дислокации участвуют в равной степени, то расчеты можно производить для смешанных дислокаций, представляемой как суперпозиция винтовой и краевой дислокаций с вектором Бюргерса, соответственно равным $b \cdot sin\alpha$ и $b \cdot cos\alpha$.

Энергия формирования смешанной дислокации с учетом размеров внутреннего и внешнего радиуса силового поля напряжений:

$$E_d = \frac{Gb^2 l_д}{4\pi(1-\mu)}(1-\mu\cos^2\alpha)\ln(\frac{1}{b\sqrt{\rho_д}}),$$

где α - угол между вектором Бюргерса и осью дислокации (для краевой дислокации α=90°).

Если вектор Бюргерса принять равным $2{,}5 \cdot 10^{-10}$ м, а модуль сдвига $G=10^{11}$ Па, то энергия дислокации E_d, приходящаяся на 1 м ее длины, составляет $4 \cdot 10^{-9}$ Дж, или в расчете на одно межатомное расстояние вдоль линии дислокации составит $\approx 10^{-18}$ Дж ($\approx$ 6эВ). Вследствие больших значений энергии образования дислокаций, тепловая энергия не может явиться причиной их зарождения и в этом проявляется важнейшее свойство дислокации: независимость их количества от температуры. Плотность дислокации в кристаллах в основном зависит от их состояния (метода выращивания) и механической обработки (степени пластической деформации).

Если удельную скрытую энергию деформации приравнять энергии дислокации на базе первого начала термодинамики, то можно рассчитать интенсивность остаточных напряжений по известной зависимости Ж.Фриделя, которая устанавливает эмпирическую взаимосвязь между скрытой энергией и внутренними (остаточными) напряжениями.

Литература

1. Сулима А.М., Шулов В.А., Ягодкин Ю.Д. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин.-М.: Машиностроение, 1988.– 240 с.
2. Овсеенко А.Н., Клауч Д.Н Современные проблемы, связанные с технологическим остаточными напряжениями //Упрочняющие технологии и покрытия.- Москва, 2010. - №6. - С.28-31.
3. Технологические остаточные напряжения. Под ред. А.В.Подзея. - М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.
4. Шин И.Г., Муминов М.Р., Шодмонкулов З.А., Максудов Р.Х. Дислакационная модель формирования технологических остаточных напряжений в деталях машин и оценка их интенсивности // Вестник машиностроения.- Москва, 2014. -№9. - С.30-34.
5. Мак Лин Д. Механические свойства металлов.-М.: Металлургия, 1965. – 431 с.
6. Мартин Дж., Доэрти Р. Стабильность микроструктуры металлических систем. Пер. с англ. -М.: Атомиздат, 1978. – 260 с.
7. Павлов П.В., Хохлов А.Д. Физика твердого тела.-М.: Высшая шкала, 1985. – 384 с

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ В АНАЛИЗЕ ОБЪЕКТОВ И МНОГОСТУПЕНЧАТОМ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

А. Артиков

Ташкентский химико технологический институт. тел. +998931853030

Целью данной статьи является ознакомление методами системного мышления, многоступенчатого системного анализа и многоступенчатого математического моделирования процессов.

О постановке задачи

Анализ развития методологии исследований, характеризующийся терминами: «теория систем и системный анализ, системный подход», и, в последнее время, «системное мышление» показывает, что они все еще не нашли общепринятого, стандартного истолкования.

Более того, В зависимости от возможности исследователей и формы объекта можно указать, что результат может быть представлен в следующих видах:

- аналитико-функциональным, когда стремятся получить в общем виде явные зависимости для искомых характеристик;

- численным, когда, не умея решать уравнений в общем виде, стремятся получить числовые результаты при конкретных начальных данных;

- качественным, когда, не имея решения в явном виде, можно найти некоторые свойства решения (например, оценить устойчивость решения). В отдельных случаях исследования системы могут удовлетворить и те выводы, которые можно сделать при использовании качественного метода анализа математической модели. Например, влияние погодных условий на качество продукта и др. Такие качественные методы широко используются, даже в теории автоматического управления для оценки эффективности различных вариантов систем управления.

Для усиления точности результатов нами рассмотрены вопросы развития и конкретизации понятий системного мышления, системного подхода, системного анализа и многоступенчатого анализа и определена их последовательность и взаимосвязь.

Системное мышление в анализе объектов - субстанций существования. Оно предполагает следующую последовательность.

1. В каждой науке и в каждом исследовании прежде всего необходимо найти существо (существо, или элемент, это совокупность элементов и т. д., то, что отражается в нашем сознании) его можно называть объектом.
2. Во вторую очередь в существо – в объекте исследования рассматривается система.
3. В третьей очереди в системе рассматриваются процессы, таким образом существо - объект включает в себе и систему и процессы
4. Определяются показатели – входные и выходные параметры объекта
5. Определение взаимовлияний параметров объектов. Это больше всего путем математического моделирования

Предлагаемое предварительное желание исследователя поможет получить результаты по предварительному анализу и нахождению оптимальных решений.

7. Для получения более точного решения желательно выполнять многоступенчатое системное мышление, (это по мере возможности, в объекте по иерархическим ступеням определяются квазиобъекты - подсистемы и процессы, и их параметры).

Многоступенчатое системное мышление включает в себе анализ с последовательным углублением в существо – в объект. Рассматриваемом объекте определяются составляющие элементы, уточняется процесс и параметры для выбранного элемента с процессом, происходящим в ней и т.д. Количество иерархических уровней не ограничено, оно определяется по необходимости и возможности углубления в систему для принятия достоверного решения.

Многоступенчатое математическое моделирование желательно начинать с самого глубинного квазиобъекта.

Многоступенчатое мышление в анализе объекта заключается в следующем:

1. Исследуемый объект (аппарат, или элемент аппарата, или линия, состоящая из нескольких аппаратов, или завод и т.д.) принимается за первичную большую технологическую систему (первый иерархический уровень). В ней протекает совокупный процесс. Изучая систему, и происходящий в ней изучаемый процесс, определяются входные и выходные параметры, как для системы, так и для изучаемого процесса. Определение взаимосвязи выходных от входных параметров позволяет провести более точный анализ и принимать более правильное решение. Однако, принятие решения на ограниченно выбранном уровне исследований без продвижения вглубь или в вверх системы, порой являются недостаточным. Можно идти вверх или вниз в глубину системы. Рассмотрим случай движения в глубину системы, тогда, шаг за шагом можно углубиться в выбранный объект.

2. Основная система расчленяется на элементы. Каждый ее элемент называется системой второго иерархического уровня. В каждом элементе - системе второго иерархического уровня рассматривается конкретный процесс, и определяются параметры системы. Нами было осуществлено развитие определения значимости каждой подсистемы на общем фоне, на основе статических и динамических коэффициентов перемещении информации [9]

3. Система второго иерархического уровня также расчленяется на составляющие элементы. Каждый элемент системы второго уровня называется системой третьего иерархического уровня. В каждом элементе системы третьего иерархического уровня

протекают конкретные свои процессы, определяющие параметры системы данного иерархического уровня.

4. В дальнейшем, разделение на подсистемы продолжается до возможного глубинного уровня.

Нами показано иерархическое углубление мышления в анализе и определении оптимальных решений объектов инженерной технологии:

- объектов механической переработки сырья (на примере перемешивания, измельчения) на двух-трех иерархических уровнях;
- теплообменные системы на трех-четырех иерархических уровнях;
- объектов дистилляции, сушки, ректификации на пяти-шести иерархических уровнях,
- биотепломассообменные объекты на шести-девяти иерархических уровнях.

Развитие предлагаемого нами подхода последовательно осуществлялось в монографиях и учебных пособиях [2-7].

При построении математического и компьютерного моделирования процессов Различают следующие способы математического моделирования: Экспериментальный, Аналитический, Аналитико-экспериментальный.

О многоступенчатом подходе к формализации математической и компьютерной модели.

Моделирование начинается с формирования предмета исследований - системы понятий, отражающей существенные для моделирования характеристики объекта. Эта задача является достаточно сложной, что подтверждается различной интерпретацией в научно-технической литературе таких фундаментальных понятий, как система, модель, моделирование. Подобная неоднозначность не говорит об ошибочности одних и правильности других терминов, а отражает зависимость предмета исследований (моделирования) как от рассматриваемого объекта, так и от целей исследователя. Отличительной особенностью моделирования сложных систем является его многофункциональность и многообразие способов использования; оно становится неотъемлемой частью всего жизненного цикла системы. Объясняется это в первую очередь технологичностью моделей, реализованных на базе средств вычислительной техники: достаточно высокой скоростью получения результатов моделирования и их сравнительно невысокой себестоимостью.

Многоступенчатый подход математического моделирования имеет существенный эффект при формализации компьютерной модели. После осуществления многоступенчатого мышления в анализе системы она заключается в следующем:

1. Анализ и формализация математических описаний начинается с системы и процессов выбранного желательно глубинного иерархического уровня.

2. Для процессов выбранного глубинного иерархического уровня формализуются математические описания, разрабатывается алгоритм рачета и создается компьютерная модель процесса данного подуровня. Балансовые уравнения формализуются из простых дифференциальных уравнений первого прядка. А коэффициенты, характеризующие скорость преобразований атомарно молекулярных строений и другие физико-химические, физические, химические показатели, определяются экспериментально с включением методов, например, нечетких множеств или использованием компьютерных прикладных программ и др.

3. На следующем этапе, агрегируя полученных алгоритмические блоки нижестоящего уровня (с учетом взаимосвязей рассмотренных компьютерных моделей процессов), формализуются математические описания и компьютерные модели процессов следующего вышестоящего уровня. и т.д. При агрегировании компьютерных моделей процессов нами предложено упрощение моделей по коэффициентам усиления сигнала и инерционности объекта (см. гл.8).

4. В конечном итоге операция завершается объединением всех компьютерных программ. Это позволяет формализацию компьютерной модели процессов рассматриваемой основной системы.

5. Проведением экспериментов на физической модели осуществляется корректировка модели и проверка ее на адекватность. Модель, имеющая удовлетворительную согласованность с оригиналом, считается достоверной и готовой к проведению исследований на ней.

Благодаря полученной методике компьютер за считанные секунды автоматически рассчитывает показатели процесса и системы.

Приводится пример. Многоступенчатое мышление в анализе и построении математической модели трубчатого теплообменника с паровым обогревом.

Использование метода многоступенчатого мышления для трубчатого теплообменника с паровым обогревом дает возможность рассмотреть глубинные явления в нем.

В первом иерархическом уровне рассматривается теплообменник в виде системы с процессом теплообмена в ней, определяются входные и выходные параметры системы.

Во второй иерархической ступени учитывается, что установка состоит из элементов подвода нагреваемого и нагревающего агентов, рабочей зоны и зон отвода агентов. Определяются показатели – входные и выходные параметры каждой подсистемы.

третьей иерархической ступени длинную рабочую зону теплообменника можно представить многоквазиаппаратным. Определяются показатели – входные и выходные параметры каждой подсистемы - квазиаппарата.

В четвертой иерархической ступени каждый квазиаппарат можно представить из греющей камеры, стенки трубы, и внутренней части нагревательной трубы. Определяются показатели – входные и выходные параметры каждой подсистемы.

В пятой иерархической ступени греющую камеру можно расчленить на три подсистемы: фаза пара, фаза конденсата, стенка корпуса. Определяются показатели – входные и выходные параметры каждой подсистемы.

Демонстрируем многоступенчатый анализ и расчет процессов в рабочей зоне кожехотрубного теплообменника. Упрощенный вид с мысленными разделениями показан на

1. На основе гидродинамической структуры потоков трубчатой зоны теплообменник по длине теплообменных труб мысленно разделен на квазиаппараты (здесь 4 квазиаппарата).

2. Формализована компьютерная модель, алгоритм расчета и исследования кожехотрубного теплообменника, рис. Т.1.

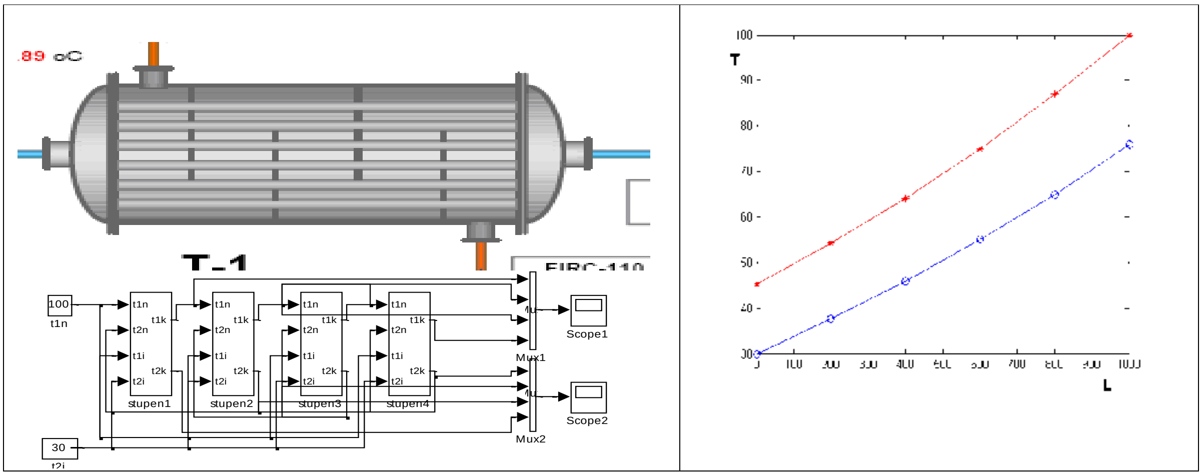


Рис. Т.1.Упращенный вид с мысленными разделениями по длине трубчатой рабочей зоны на квазиаппараты в противоточном теплообменнике. Компьютерная модель исследования кожехотрубного четырех квазиаппаратного теплообменника	Рис. Т.2. Изменения по времени температур, нагреваемого (красная линия) и нагревающего агентов в квазиаппаратах и подлине кожехотрубного четырех квазиаппаратного теплообменника.

3. Осуществлен расчет. Результаты исследований приведены на рис. Т.2. Показана динамика пускового периода трубчатого теплообменника. Изменения температуры нагреваемого и нагревающего агентов по времени квазиаппаратов в противоточном теплообменнике. Как видно по квазиаппаратам, т.е. по длине теблообменника температура холодной жидкости увеличивается, а температура горячей жидкости уменьшается. Можно выбрать оптимальную длину трубы квазиаппарата, тем самым и общих размеров теплообменника. С увеличением количества квазиаппаратов точность модели увеличивается. Эта методика позволяет более точно рассчитать процесс и систему теплообмена.

Литература

1. ArtikovA. Multistage system analysis, modeling and automated calculation of the technological processes. Avicenna. Fryeburg. 2011.№ 2, p 101-105
2. Jamshid Gharajedaghi, Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity A Platform for Designing Business Architecture Third Edition Morgan Kaufmann. 2011. 374p.
3. Артыков А., Компьютерные методы анализа и синтеза химико-технологических систем учебник. Ташкент «Ворис нашриёт» - 2010. 160с.
4. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологиченских процессов. М.ИКЦ «Академкнига», 2006 – 416 с.
5. Кафаров В. В, Дорохов. И. Н. Системный анализ процессов химической технологии – М.: Наука, 1976. – 500с.
6. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981, 490 с.
7. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981, 490 с.
8. О Коннор, Макдермотт И. Искусство системного мышления: необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006 — 256 с.
9. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. — М.: Высш. шк., 2004. — 616 с.
10. Спицнадель В. Н., Основы системного анализа: Учеб. пособие. — СПб.: «Изд. дом «Бизнесс-пресса», 2000 г. — 326 с.
11. Тизимли тахлилга кириш. А.Артиков. Свидетельство о депонировании объектов авторского права № 000300. АИСРУ. 10.11.2016

СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ КУСОЧНО-ОДНОРОДНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Каримов И.

Ташкентский транспортный университет

Рассматриваются собственные колебания кусочно-однородных цилиндрических тел, находящихся в безгранично упругой среде. Целью работы является - показать влияние кусочной - однородности на собственные частоты и показатели демпфирования системы.

Связь между компонентами тензоров напряжений и деформаций выражается формулами:

$$\sigma_{ij} = \lambda\theta\delta_{ij} + 2\mu\varepsilon_{ij} \,, \quad \theta = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33} \,,$$

где σ_{ij} - компоненты тензора напряжений; δ_{ij} - символ Кронекера; θ -объемная деформация; ε_{ij} - тензор деформаций. Линейное уравнение движения в потенциалах перемещений при отсутствии объемных сил имеет вид [1]

$$\Delta\phi_k - \frac{1}{c_{pj}^2}\frac{\partial^2\phi_k}{\partial t^2} = 0;$$

$$\Delta\psi_{zk} - \frac{1}{c_{sj}^2}\frac{\partial^2\psi_{zk}}{\partial t^2} = 0; \qquad (1)$$

$$\Delta = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial\theta^2} + \frac{\partial^2}{\partial r^2};$$

$$u_{rk} = \frac{\partial\phi_k}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\psi_{zk}}{\partial\theta};$$

$$u_{\theta k} = \frac{1}{r}\frac{\partial\phi_k}{\partial\theta} - \frac{\partial\psi_{zk}}{\partial r};$$

Решение уравнений (1) ищем в виде :

$$\left.\begin{aligned}\phi_k(r,\theta,t) &= \sum_{n=0}^{\infty}\phi_n(\alpha_k r)\begin{Bmatrix}\cos n\theta\\ -\sin n\theta\end{Bmatrix}e^{-i\omega t};\\ \psi_{zk}(r,\theta,t) &= \sum_{n=0}^{\infty}\psi_{nz}(\beta_k r)\begin{Bmatrix}\sin n\theta\\ \cos n\theta\end{Bmatrix}e^{-i\omega t};\end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

где n - целое число; ω - собственная частота; $r = \frac{r_1}{a_0}$. На бесконечности $(r\to\infty)$ ставятся условия Зоммерфельда для каждого компонента. Подставляя (2) в (1) получим следующие обыкновенные дифференциальные уравнения:

$$\frac{d^2\phi}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d\phi}{dr} + \alpha^2\phi = 0;$$

$$\frac{d^2\psi_z}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d\psi_z}{dr} + \beta_k^2\psi_z = 0;$$

где $\alpha^2 = \dfrac{\omega^2}{c_p^2}; \quad \beta^2 = \dfrac{\omega^2}{c_s^2}.$

Рассмотрим собственные колебания цилиндрического отверстия, находящегося в упругой среде. На границе r=a поставим условие свободное от напряжения т.е.

$$\sigma_{rr}\big|_{r=a} = \sigma_{r\theta}\big|_{r=a} = 0\,. \qquad (3)$$

Подставив (2) в (3), получим частотное уравнение

$$Z_{1n}X_{2n} + Z_{2n}x_{1n} = 0$$

где

$$X_{1n} = \Omega_0 H_{n+1}^{(1)}(\Omega_o) + (a_{n2}^1 - d_1\Omega_0^2)H_o^{(1)}(\Omega_o);$$

$$X_{2n} = n[(n-1)H_n^{(1)}(\Omega_1) - \Omega_1 H_{n+1}^{(1)}(\Omega_1)];$$

$$Z_{1n} = n[(1-n)H_n^{(1)}(\Omega_o) - \Omega_o H_{n+1}^{(1)}(\Omega_o)];$$

$$Z_{2n} = (a_{n2}^1 - \Omega_1^2/2)H_n^{(1)}(\Omega_1) + \Omega_1 H_{n+1}^{(1)}(\Omega_1);$$

$$d_1 = (1-\nu_1)/(1-2\nu_1);\; a_{n2} = n^2;\; a_{n2}^1 = n^2 - n;\quad \Omega_o = \Omega_1 L_1;$$

$$L_1 = (1-2\nu_1)/(2(1-\nu_1)); \;\; \Omega_1 = \omega a / C_{p1}$$

При собственных колебаниях на бесконечности ставятся укороченные условия Зоммерфельда, т.е.[2]

.

$$\lim_{r\to x}{}^{\sqrt{r}}\left(\sqrt{\frac{\partial\varphi}{\partial r}}+ia\varphi\right)=0 \qquad\qquad \lim_{r\to x}{}^{\sqrt{r}}\left(\sqrt{\frac{\partial\psi}{\partial r}}+i\beta\varphi\psi\right)=0$$

Решение волнового уравнения ищется в виде

$$\begin{pmatrix}\phi\\ \psi\end{pmatrix}=\sum_{n=0}^{\infty}\begin{pmatrix}\phi_n(r)\\ \psi_n(r)\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\cos\theta\\ \sin\theta\end{pmatrix}e^{-iwt} \qquad (4)$$

где ω -частота; r-число волн; t- время.

Подставляя (3) в (2), получим уравнение Гельмгольца, решение которого имеет вид

$$\begin{pmatrix}\phi\\ \psi\end{pmatrix}=\sum_{n=0}^{\infty}\begin{pmatrix}A_nH_n^{(1)}(ar)+B_nH^{(2)}n(ar)\\ C_nH_n^{(1)}(\beta r)+D_nH_n^{(2)}(\beta r)\end{pmatrix}, \qquad (5)$$

где $H_n^{(1),(2)}(z)$-функции Ханкеля 1-го и 2-го рода n-го порядка $\alpha = w/c_p$ и $\beta = w/C_S$ – волновые числа; A_n, B_n, C_n, D_n, -произвольные постоянные, которые определяются из граничных условий. Из граничных условий следует, что $H_n^{(2)}$ (z) описывает сходящую волну, поэтому решение (5) примет вид

$$\begin{pmatrix}\phi\\ \psi\end{pmatrix}=\sum_{n=0}^{\infty}\begin{pmatrix}A_nH_n^{(1)}(ar)\\ C_nH_n^{(1)}(\beta r)\end{pmatrix}. \qquad (6)$$

После постановки (6) в граничные условия (4) получим систему алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами

[D]{q}=0,

где {q}={A_n ,C_n}-вектор - столбец произвольных постоянных; [c]-квадратная матрица, элементы которых выражается через функции Ханкеля первого рода n-го порядка. Для того, чтобы система алгебраических уравнений имела нетривиальное решение необходимо и достаточно, чтобы было

[c]=0 . (7)

Корни трансцендентного уравнения (7) описывают частоту собственных колебаний полости. Частотное уравнение (7) принимает следующий вид:

$$\begin{aligned}D_\rho &= xH_{\rho-1}\left[(\rho^2-1)yH_{\rho-1}(y)-(\rho^3-\rho+y^2/2)H_\rho(y)\right]-\\ &-H_\rho(x)\left[(\rho^3-\rho+y^2/2)yH_{\rho-1}(y)-(\rho^2+\rho-y^2/4)y^2H_\rho(y)\right],\end{aligned} \qquad (8)$$

где

$X = wa(p/(\lambda+2\mu))^{1/2}; y = wa(p/\mu)^{1/2}$, λ и μ-коэффициенты Ляме; p-плотность материала. Уравнение (8) после некоторых преобразований можно писать в следующим виде:

$$(\rho^2-1)F(x)F(y)-(y^2/2)F(x)+F(y)+\rho^2-(\rho^2-y^2/2)^2=0,$$

где

$$F(x)=xH_\rho^1(x)/H_\rho(x), \quad \rho=1,2,3.......$$

Рассмотрим в неограниченной среде радиальные колебания сферической полости, сопровождаемые излучением продольных звуковых волн, что приводит к потере энергии, и тем самым, к затуханию колебаний. При C_P>>C_S рассматриваемая задача эквивалентна к задаче о собственных колебаниях сферического теле. Корни характеристического уравнение (8) находятся методом Мюллера. На основе приведенных исследований выявлено, что рассматриваемая механическая система имеет дискретные комплексные собственные частоты.

Литература

1.Авлиякулов Н.Н., Сафаров И.И. Современные задачи статики и динамики подземных трубопроводов. -Ташкент, 2007.-306 с.
2.Бозоров М.Б., Сафаров И.И., Шокин Ю.И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. СО РАН, Новосибирск, 1966.- 188с.

Куралов Ж.

Двигател цилиндридаги газ оқимини сонли моделлаштириш

Ўзбекистон Миллий университети магистранти

Ҳозирги вақтда математик моделлаштириш илмий тадқиқотнинг энг самарали ва энг кўп қўлланиладиган усулларидан биридир. Аслида, механиканинг барча замонавий бўлимлари турли жисмоний объектлар ва ҳодисаларнинг математик моделларини қуриш ва ўрганишга бағишланган. Ўрганилаётган ҳодисаларнинг миқдорий тавсифи бўлган математик моделлаштириш усули табиат ва ижтимоий ҳаётнинг барча турларини ўрганишда кенг қўлланилади.

Замонавий двигател конструкциясининг ривожланиши уларнинг дизайни ва ишлаш принципини такомиллаштириш, яъни тўрт тактли двигателларнинг ўртача самарали босими ва тезлигини ошириш билан боғлиқ. Клапан типидаги газ тақсимлаш механизмларига эга бўлган барча мавжуд ички ёнув двигателларининг асосий камчиликлари ҳалқасимон кириш ва чиқиш кесимларидаги аэродинамик қаршиликни юқорилиги ҳиобланади. Шу билан бирга, газ тақсимлаш механизмида ясси ёпқич типидаги юқори самарали двигателни яратиш, биринчи навбатда, замонавий экологик талабларга мувофиқлигини таъминлаш учун бир қатор бошқа муаммоларни ҳал қилиш билан боғлиқ.

Ички ёниш двигателига эга автомобилнинг энг муҳим тизимларидан бири бу газ тақсимлаш механизми (ГТМ). Айнан у ёқилғини ўз вақтида етказиб бериш ва чиқинди газларни чиқариш учун жавобгардир. Ушбу функциялар клапанларнинг ўз вақтида очилиши ва ёпилиши туфайли амалга оширилади. Ички ёнув двигателининг иш жараёни ҳар бир иш циклида такрорланадиган тўлдириш, сиқиш, ёниш - кенгайтириш ва чиқариш жараёнларининг бирикмасидир.

Газ алмашинуви орқали цилиндрни чиқинди газлардан тозалаш ва уни янги заряд билан тўлдириш билан боғлиқ жараёнларнинг умумийлигини тушунилади. Газ алмашинуви жараёнларининг тавсифи термодинамика ва гидродинамика каби фанларнинг асосий қоидаларига асосланган бўлиб, ушбу фанларнинг аппаратларидан фойдаланиш, бир томондан, газ алмашинуви жараёнларининг физик моҳиятини тушунишга имкон беради, иккинчи томондан, цилиндрни тозалаш ва тўлдириш таъсирини миқдорий баҳолаш имконини берувчи жараён моделини қурилади.

Суюқлик ва газларнинг эркин чегарали оқими масаласи технологиянинг турли тармоқларида қўлланилишида, хусусан, двигателнинг газ тақсимлаш механизмида юз берадиган механик жараёнларни ўрганишда амалий ахамиятга эга. Гидравлик қаршилиги энг паст бўлган двигател цилиндрида газ алмашинувининг физик жараёнлари сиқилган газ оқими назариясининг масалаларига келтирилади.

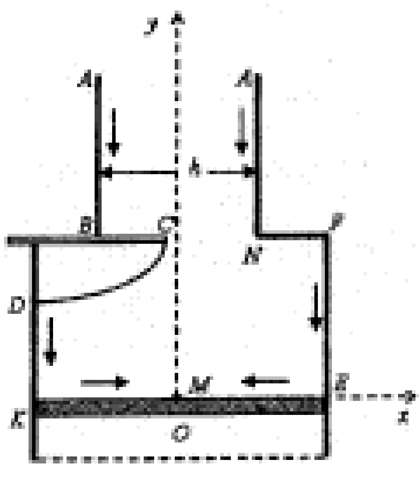
Ташқи кучларни ҳисобга олмаган ҳолда тезлиги товуш тезлигигача бўлган сиқилмас газнинг цилиндрдаги потенциал оқимининг масаласи кўриб чиқимиз. Оқим потенциал ва стационар бўлиб, жараён политропикдир.

Бир секундлик оким сарфи q бўлган мусбат манба А нуқтада жойлашган деб оламиз: $q = V_A h$, бу ерда V_A – газ заррачасининг А нуқтадаги тезлиги, h - манбадаги оқим кенглиги. Цилиндр бўшлиғини тўлдириб турган газ заррачалари номаълум чегарали эркин сиртни ҳосил қилади, эркин сиртда босим доимий бўлади. Кираётган газ оқими чексизликда $V_\infty = V_A$.

Бусинеск гипотезаси ва узлуксизлик тенгламасидан фойдаланган ҳолда Рейнольдс бўйича ўрталаштирилган Навье-Стокснинг ностационар тенгламалари системаси декарт координаталарда қуйидаги кўринишга ўтади [1,2]:

$$\begin{cases} \dfrac{dU}{dt} + \dfrac{\partial p}{\rho \partial x} = \dfrac{\partial}{\partial y}\left((v+\tilde{v}) \dfrac{\partial U}{\partial y} \right) + \dfrac{\partial}{\partial x}\left((v+\tilde{v}) \dfrac{\partial U}{\partial x} \right), \\ \dfrac{dV}{dt} + \dfrac{\partial p}{\rho \partial y} = \dfrac{\partial}{\partial y}\left((v+\tilde{v}) \dfrac{\partial V}{\partial y} \right) + \dfrac{\partial}{\partial x}\left((v+\tilde{v}) \dfrac{\partial V}{\partial x} \right), \\ \dfrac{d\tilde{v}}{dt} = \mathrm{Pv} - \mathrm{D\,v} + \dfrac{1}{\sigma}\left[\dfrac{\partial}{\partial y}\left((v+\tilde{v}) \dfrac{\partial \tilde{v}}{\partial y} \right) + \dfrac{\partial}{\partial x}\left((v+\tilde{v}) \dfrac{\partial \tilde{v}}{\partial x} \right) \right] + \dfrac{C_{b2}}{\sigma}\left(\left(\dfrac{\partial \tilde{v}}{\partial x} \right)^2 + \left(\dfrac{\partial \tilde{v}}{\partial y} \right)^2 \right), \\ \mathrm{Pv} = C_{b1}(1 - f_{t2})\tilde{S}\tilde{v}, \ \mathrm{Dv} = \left[C_{w1} f_w - \dfrac{C_{b1}}{k^2} f_{t2} \right] \left(\dfrac{\tilde{v}}{d} \right)^2 . \end{cases}$$

Бу ерда U,V - мос равишда оқим тезлиги векторининг бўйлама ва вертикал ташкил этувчилари, p – гидростатик босим, $\mathrm{Re} = HU_0 / \nu$ - Рейнольдс сони, $\tilde{\nu}$ - чизиқли уюрмали ёпишқоқлик



1-расм.

Цилиндр қаттиқ деворларида қуйидаги чегаравий шартлари ўринли:

$U\big|_{\Gamma} = 0$ и $V\big|_{\Gamma} = 0$.

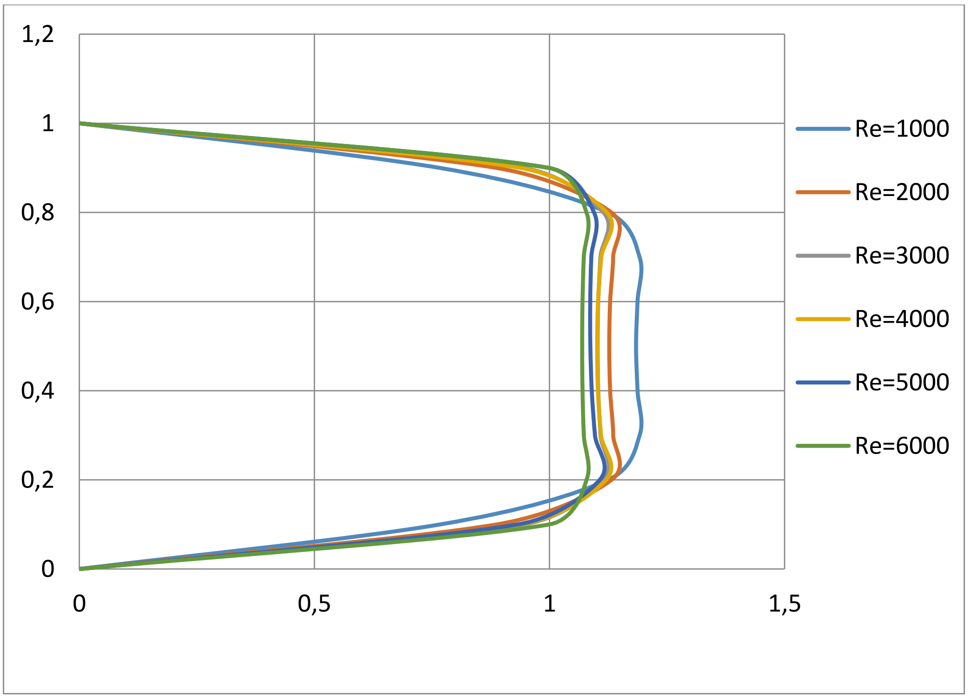
Газ аралашмасининг цилиндрдаги оқимини назарий ўрганиш амалга оширилган [3] ва оқимнинг газогидродинамик параметрларини (босим ва зичлик, цилиндр ичидаги тезлик тақсимоти) аниқлаш учун эркин чегарали оқимлар назария усулларидан фойдаланган ҳолда аналитик формулалар олинган.

Рейнольдс бўйича ўрталаштирилган Навье-Стокснинг ностационар тенгламалари системаси ёпиқ бўлиши учун Spalart-Allmarasнинг бир параметрли дифференциал модели қўлланилди. Келтирилган тенгламалар системасини сонли ечиш учун чекли айирмалар усулидан фойдаланамиз [4]. Тезлик ва босим майдонларининг мураккаблигидан x ва y йўналишлар бўйича харакат дифференциал тенгламаларини ҳамда узлуксизлик тенгламасини дискретлашда эркин ўзгарувчилар учун оралиқ тузилишга эга бўлган тўрнинг тугун нуқталарини жойлашувига боғлиқ бўлган тўрдан фойдаланилди. Бу degани, тезлик компонентлари ва босим майдони хар хил тугунларда аниқланади.

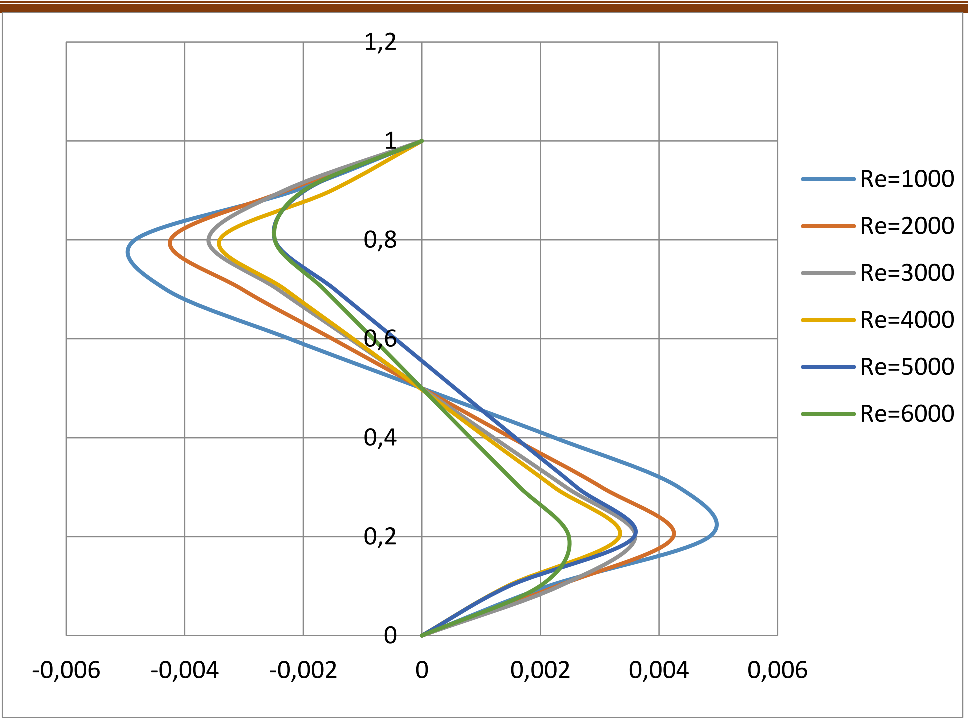
1-расмда тезликнинг бўйлама ва кўндаланг ташкил этувчиларини қийматлари келтирилган.

Адабиётлар

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1987. - 678 с.
2. Spalart P. R., Allmaras S. R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flows // AIAA Paper, 1992-0439.
3. Закиров А.Х. Изучение течения сжимаемого газа со свободной струей в цилиндре. Труды Международной конференции «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика».- Новосибирск, 2011.
4. Самарский А.А. Теория разностных схем.-М.: Наука, 1983.-656с.



2-расм


1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
-0,006
-0,004
-0,002
0
0,002
0,004
0,006
Re=1000
Re=2000
Re=3000
Re=4000
Re=5000
Re=6000

3-расм

MUNDARIJA.