ЛИТЕРАТУРА

[1] В.Н.Темляков, «Приближение функций с ограниченой смешанной производной», Труды МИАН СССР, 1986, т.178, 3-112.

[2] Е.Ж. Айдосов, «О вложении классов функций многих переменных с заданной мажорантой наилучших приближений», Дисс. ... канд. физ.-мат. наук, Алматы 1992

[3] К.М.Сулейменов, «О вложении анизотропного пространства типа Никольского-Бесова $B^{\omega}_{p,\theta}\left(R^n\right)$ в смешанной норме», Вестник ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, 2011, № 6.

[4] Raushan Kadyrova, Erkara Zh. Aidos, Inequality of Bernstein type for polynomials of hyperbolic crosses in a mixed norm, International Journal of Advanced Research (2013), Volume 1, Issue 9, 494-498.

[5] В.И. Коляда, «Теоремы вложения и неравенства разных метрик для наилучших приближений», Математический сборник,102, №2, 1977, 195-215.

[6] Aidos E.Zh. «About the relations between best approximations in different mixed norms» SEOUL ICM 2014 International Congress of Mathematicians, to be held from August 13-21, 2014 in Seoul, Korea 2 p.

Айдос Е.Ж.

Функциялар класстарының әртүрлі аралас нормалардағы кейбір енгізу теоремалары

Резюме. Мақалада әртүрлі нормаларда ең жақсы жуықтаулар арасындағы қатыс алынған. Ол, гармоникалары, берілген аралас туындыларға сәйкес гиперболалық кресттерде жататын полиномдардың ең жақсы жуықтаулары бойынша өрнектелген. Сонымен бірге мақалада «E-нің L -ге» және «E-нің E-ге» түріндегі енгізу теоремаларының жеткілікті және кейбір шектеулер қойылған жағдайдағы қажетті шарттары көрсетілген.

Aydos E.Zh.

Some embedding theorems for classes of functions in different mixed norms

Summary. In this paper the relation between best approximations in different mixed norms. It is expressed in terms of the best approximations by polynomials whose harmonics lie in hyperbolic crosses, corresponding to a given mixed derivative. The article also identifies the necessary (with some restrictions) and sufficient conditions for the embedding type "E in L" and "E in E".

Key words: best fit, hyperbolic cross, mixed norm, mixed derivative.

УДК 624.074.4.012.45

Э.В.Б убнович, Г.К. Абилденова

(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, a.gulnar_91@mail.ru)

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ БИГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГИБКОЙ ПОЛОГОЙ НИТИ

Аннотация: Исследуются вопросы устойчивости нелинейных бигармонических колебаний гибкой нити с неподвижными опорами, расположенными на одном уровне. Условие устойчивости колебаний нити на частоте суммарного тона получено в соответствии с критерием Рауса-Гурвица.

Ключевые слова: бигармонические колебания, гибкая пологая нить, частота суммарного тона, частота разностного тона, устойчивость.

Интегро-дифференциальное уравнение колебаний нити приводится к виду [1]

$$\ddot{q}_i + \dot{q}_i + \alpha_i q_i + \lambda_i q_i^2 + \beta_i q_i^3 - \sigma_i q_i^4 - \gamma_i q_i^5 = R_{i1}\sin(\omega_1 t + \varphi_1) + R_{i2}\sin(\omega_2 t + \varphi_2),$$

(1) $(i = 1,3,5,...)$,

где $q_i(t)$ - обобщенная координата; λ_i, β_i, σ_i, γ_i, æ – малые коэффициенты, зависящие от параметров нити и коэффициента демпфирования.

Найдем условия, при которых нить будет совершать колебания с частотой суммарного тона $\Omega = \omega_1 + \omega_2$.

Необходимо отметить, что применение различных приближенных методов решения уравнения (1) в том случае, когда отношение частот гармонических составляющих $r = \omega_2 / \omega_1$ является числом иррациональным, приводит к расходящимся ряда или последовательностям [2].

Поэтому будем считать, что r принадлежит полю рациональных чисел, кроме того, для определенности положим, что $\omega_2 \geq \omega_1$.

Зададимся решением (1) в виде

$$q_i = C_{i1}\sin(\omega_1 t + \psi_1) + C_{i2}\sin(\omega_2 t + \psi_2) + S_i \sin(\Omega t. + \psi_3), \qquad (2)$$
$$(i = 1,3,5,....).$$

В этих выражениях первое и второе слагаемые определяют гармонические колебания нити с частотой ω_1 и ω_2, третье слагаемое представляет собой суммарный комбинационный тон на частоте Ω.

Для решения вопроса устойчивости колебаний нити на частоте суммарного тона амплитудам и фазам в выражении (2) дадим малые приращения, т.е.:

$$q_i = (C_{i1} + c_1)\sin(\omega_1 t + \psi_1 + \xi_1) + (C_{i2} + c_2)\sin(\omega_2 t + \psi_2 + \xi_2) + (S_i + s)\sin(\Omega t + \psi_3 + \eta), \quad (3)$$

где c_1, c_2, s, ξ_1, ξ_2, η - малые приращения, являющиеся некоторыми функциями времени.

Тогда из (1) и(3) получим систему шести дифференциальных уравнений

$$\begin{gathered}\ddot{c}_1 + æ\dot{c}_1 + (\alpha_i - \omega_1^2)c_1 - 2C_{i1}\omega_1\dot{\xi}_1 - æC_{i1}\omega_1\xi_1 + \lambda_1[(c_2S_i + sC_{i2})\cdot\sin\Phi - (\eta - \xi_2)C_{i2}S_i cos\Phi] + \\ + \frac{3}{4}\beta_i[c_1(3C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2 + 2S_i^2) + 4C_{i1}(c_2C_{i2} + sS_i)] - \frac{3}{2}\sigma_i\{[2C_{i1}(2c_1C_{i2}S_i + c_2C_{i1}S_i + sC_{i1}C_{i2}) + \\ + C_{i2}(3C_2C_{i2}S_i + sC_{i2}^2) + S_i(c_2S_i^2 + 3sC_{i2}S_i)]\sin\Phi - (\eta - \xi_2)\cdot S_iC_{i2}(2C_{i1}^2 + C_{i2}^2 + S_i^2)cos\Phi\} - \\ - \frac{5}{8}\gamma_i[c_1(5C_{i1}^4 + 3C_{i2}^4 + 3S_i^4) + 6c_1(3C_{i1}^2C_{i2}^2 + 3C_{i1}^2S_i^2 + 2C_{i2}^2S_i^2) + 12c_2(C_{i1}^2 + C_{i2}^2 + 2S_i^2)C_{i1}C_{i2} + \\ + 12s(C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2 + S_i^2)C_{i1}S_i] = 0;\end{gathered} \qquad (4)$$

$$\begin{gathered}C_{i1}\ddot{\xi}_1 + æC_{i1}\dot{\xi}_1 + (\alpha_i - \omega_1^2)C_{i1}\xi_1 + 2\omega_1\dot{c}_1 + æ\omega_1c_1 + \frac{3}{4}\beta_i\xi_1(C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2 + 2S_i^2)C_{i1} + \\ + \lambda_i[(c_2S_i + sC_{i2})\cos\Phi + (\eta - \xi_2)C_{i2}S_i\sin\Phi] - \frac{3}{2}\sigma_i\{[2(2c_1C_{i2}S_i + c_2C_{i1}S_i + sC_{i1}C_{i2})C_{i1} + \\ (3C_{i2}S_ic_2 + sC_{i2})C_{i2} + (c_2S_i + 3c_1C_{i2}S_i)S_i]\cos\Phi\} + (\eta - \xi_2)(2C_{i1}^2 + C_{i2}^2 + S_i^2)C_{i2}S_i\sin\Phi - \\ - \frac{5}{8}\gamma_i\xi_1(C_{i1}^4 + 6C_{i1}^2C_{i2}^2 + 6C_{i1}^2S_i^2 + 3S_i^4 + 3C_{i2}^4 + 12C_{i2}^2S_i^2)C_{i1} = 0;\end{gathered} \qquad (5)$$

$$\begin{gathered}\ddot{c}_2 + æ\dot{c}_2 + (\alpha_i - \omega_2^2)c_2 - 2C_{i2}\omega_2\dot{\xi}_2 - æC_{i2}\omega_2\xi_2 + \lambda_i[(c_1S_i + sC_{i1})\cdot\sin\Phi - (\eta - \xi_1)C_{i1}S_i cos\Phi] + \\ + \frac{3}{4}\beta_i[c_2(3C_{i2}^2 + 2C_{i1}^2 + 2S_i^2) + 4C_{i2}(c_1C_{i1} + sS_i)] - \frac{3}{2}\sigma_i\{[2(c_1C_{i2}S_i + 2c_2C_{i1}S_i + sC_{i1}C_{i2})C_{i2} + \\ + (3c_1C_{i1}S_i + sC_{i1}^2)C_{i1} + (c_1S_i^2 + 3sC_{i1}S_i)S_i]\sin\Phi + (\eta - \xi_1)\cdot(C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2 + S_i^2)cos\Phi\} - \\ - \frac{5}{8}\gamma_i[12c_1(C_{i1}^2 + C_{i2}^2 + 2S_i^2)C_{i1}C_{i2} + c_2(5C_{i2}^4 + 3C_{i1}^4 + 3S_i^4) + 6c_2(3C_{i2}^2S_i^2 + 2C_{i1}^2S_i^2 + 3C_{i1}^2C_{i2}^2) + \\ + 12s(2C_{i1}^2 + C_{i2}^2 + S_i^2)] = 0;\end{gathered} \qquad (6)$$

$$C_{i2}\ddot{\xi}_2 + æC_{i2}\dot{\xi}_{21} + \left(\alpha_i - \omega_2^2\right)C_{i2}\xi_2 + 2\omega_2\dot{c}_2 +$$
$$+\lambda_i\left[\left(c_1S_i + sC_{i1}\right)\cos\Phi + \left(\eta - \xi_1\right)C_{i1}S_i\sin\Phi\right] + \frac{3}{4}\beta_i\xi_2\left(2C_{i1}^2 + C_{i2}^2 + 2S_i^2\right)C_{i2} +$$
$$æ\omega_2c_2 + -\frac{3}{2}\sigma_i\left\{\left[2\left(2c_1C_{i2}S_i + 2c_2C_{i1}S_i + sC_{i1}C_{i2}\right)C_{i2} + \left(3c_1C_{i1}S_i + sC_{i1}^2\right)C_{i1} +\right.\right. \quad (7)$$
$$+\left(c_1S_i^2 + 3sC_{i1}S_i\right)S_i\left]\cos\Phi\right\} + \left(\eta - \xi_1\right)\left(C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2 + S_i^2\right)C_{i1}S_i\sin\Phi -$$
$$-\frac{5}{8}\gamma_i\xi_2\left(C_{i2}^4 + 3C_{i1}^4 + 3S_i^4 + 6C_{i1}^2C_{i2}^2 + 6C_{i2}^2S_i^2 + 12C_{i1}^2S_i^2\right)C_{i2} = 0;$$

$$\ddot{s} + æ\dot{s} + \left(\alpha_i - \Omega^2\right)s + 2S_i\Omega\dot{\eta} - æ\Omega S_i\eta + \lambda_i\left[\left(c_1C_{i2} + c_2C_{i1}\right)\sin\Phi - \left(\xi_1 + \xi_2\right)C_{i1}C_{i2}\cos\Phi\right] +$$
$$\frac{3}{4}\beta_i\left[s\left(3S_i^2 + 2C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2\right) + 4S_i\left(c_1C_{i1} + c_2C_{i2}\right)\right] - \frac{3}{2}\sigma_i\left\{\left[\left(3c_1C_{i1}C_{i2} + c_2C_{i1}^2\right)C_{i1} +\right.\right.$$
$$\left(c_1C_{i2}^2 + 3c_2C_{i1}C_{i2}\right)C_{i2} + 2\left(c_1C_{i2}S_i + c_2C_{i1}S_i + 2SC_{i1}C_{i2}\right)S_i\left]\sin\Phi - \left(\xi_1 + \xi_2\right)\left(C_{i1}^2 + C_{i2}^2 + 2S_i^2\right)\cdot\right.$$
$$C_{i1}C_{i2}\cos\Phi\Big\} - \frac{5}{8}\gamma_i\left[S\left(5S_i^4 + 3C_{i1}^4 + 3C_{i2}^4\right) + 6S\left(3C_{i1}^2S_i^2 + 3C_{i2}^2S_i^2 + 2C_{i1}^2C_{i2}^2\right) + 12c_1\left(C_{i1}^2 +\right.\right. \quad (8)$$
$$\left.\left.+2C_{i2}^2 + S_i^2\right)C_{i1}S_i + 12c_2\left(2C_{i1}^2 + C_{i2}^2 + S_i^2\right)\right] = 0$$

$$S_i\ddot{\eta} + æS_i\dot{\eta} + \left(\alpha_i - \Omega^2\right)S_i\eta + 2\Omega\dot{S} + æ\Omega S + \lambda_i\left[\left(c_1C_{i2} + c_2C_{i2}\right)\cos\Phi - \left(\xi_1 + \xi_2\right)\cdot\right.$$
$$\left.\cdot C_{i1}C_{i2}\sin\Phi\right] + \frac{3}{4}\beta_i\eta\left(2C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2 + 3S_i^2\right)S_i - \frac{3}{2}\sigma_i\left\{\left[\left(3c_1C_{i1}C_{i2} + c_2C_{i1}^2\right)C_{i1} + \left(c_1C_{i2}^2 + 3c_2C_{i1}C_{i2}\right)\cdot\right.\right.$$
$$\cdot C_{i2} + 2\left(c_1C_{i2}S_i + c_2C_{i1}S_i + 2SC_{i1}C_{i2}\right)S_i\cos\Phi - \left(\xi_1 + \xi_2\right)\left(C_{i1}^2 + C_{i2}^2 + 2S_i^2\right)\cdot C_{i1}C_{i2}\sin\Phi - \quad (9)$$
$$-\frac{5}{8}\gamma_i\eta\left(3C_{i1}^4 + 3C_{i2}^4 + S_i^4 + 6C_{i1}^2S_i^2 + 6C_{i2}^2S_i^2 + 12C_{i1}^2C_{i2}^2\right)S_i = 0.$$

Уравнения (4)÷(7) аппроксимируются линейными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами

$$\ddot{c}_1 + æ\dot{c}_1 + \left(\alpha_i - \omega_1^2\right)c_1 - 2C_{i1}\omega_1\dot{\xi}_1 - æC_{i1}\omega_1\xi_1 = 0; \quad (10)$$
$$C_{i1}\ddot{\xi}_1 + æC_{i1}\dot{\xi}_1 + \left(\alpha_i - \omega_1^2\right)C_{i1}\xi_1 + 2\omega_1\dot{c}_1 + æ\omega_1c_1 = 0,$$

$$\ddot{c}_2 + æ\dot{c}_2 + \left(\alpha_i - \omega_2^2\right)c_2 - 2C_{i2}\omega_2\dot{\xi}_2 - æC_{i2}\omega_2\xi_2 = 0; \quad (11)$$
$$C_{i2}\ddot{\xi}_2 + æC_{i2}\dot{\xi}_{21} + \left(\alpha_i - \omega_2^2\right)C_{i2}\xi_2 + 2\omega_2\dot{c}_2 + æ\omega_2c_2 = 0.$$

Сначала покажем, что переменные c_1, c_2, ξ_1, ξ_2 стремятся к нулю при $t \to \infty$.

Решение системы (10) представим в виде [2]

$$c_1 = A_1e^{kt}, \ \xi_2 = A_2e^{kt}. \quad (12)$$

Подставляя (12) в (10), получим систему двух линейных однородных уравнений относительно A_1 и A_2. Ненулевое решение этой системы существует при обращении в нуль характеристического определителя, т.е.

$$\kappa^4 + a_1\kappa^3 + a_2\kappa^2 + a_3\kappa + a_4 = 0,$$

где a_1=2æ; a_2=æ^2+2$\left(\alpha_i + \omega_1^2\right)$; a_3=2æ$\left(\alpha_i + \omega_1^2\right)$; a_2=æ$^2\omega_1^2 + \left(\alpha_i - \omega_1^2\right)$.

Решения c_1 и ξ_1, будут асимптотически устойчивыми, если вещественные части всех корней κ_i<0, т.е. в силу условия Рауса – Гурвица должны выполняться следующие неравенства

$$a_i>0, \ \left(i = \overline{1,4}\right); \ a_3\left(a_1a_2 - a_3a_0\right) - a_1^2a_4>0.$$

Поскольку все пять условий выполняются, то переменные $c_1(t)$ и $\xi_1(t)$ асимптотически стремятся к нулю. Аналогичное доказательство можно провести для функкий $c_2(t)$ и $\xi_2(t)$.

Обратим к уравнениям (8) и (9), которые асимптотически сводятся к следующим

$$\ddot{s} + æ\,\dot{s} + \left[\alpha_i - \Omega^2 + \frac{3}{4}\beta_i\left(2C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2 + 3S_i^2\right) - \frac{5}{8}\gamma_i\left(5S_i^4 + 3C_{i1}^4 + 3C_{i2}^4 + 18C_{i1}^2S_i^2 + 18C_{i2}^2S_i^2\right.\right.$$
$$\left.\left.+12C_{i1}^2C_{i2}^2\right)\right]S_i - 2\Omega S_i\dot{\eta} - æ\ \Omega S_i\eta = 0; \tag{13}$$

$$S_i\ddot{\eta} +\ æ\,S_i\dot{\eta} + (æ\,\Omega - 6\sigma_i C_{i1}C_{i2}S_i)S + 2\Omega\dot{S} + S_i\eta\left[\alpha_i - \Omega^2 + \frac{3}{4}\beta_i\left(2C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2 + S_i^2\right) - \right.$$
$$\left. -\frac{5}{8}\gamma_i\left(3C_{i1}^4 + 3C_{i2}^4 + S_i^4 + 6C_{i1}^2S_i^2 + 6C_{i2}^2S_i^2 + 12C_{i1}^2C_{i2}^2\right)\right] = 0. \tag{14}$$

В соответствии с критерием Рауса – Гурвица приходим к условию устойчивости колебаний гибкой нити на частоте суммарного тона, которое запишется в форме

$$\left[\alpha_i - \Omega^2 + \frac{3}{4}\beta_i\left(3S_i^2 + 2C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2\right) - \frac{5}{8}\gamma_i\left(5S_i^4 + 3C_{i1}^4 + 3C_{i2}^4 + 18C_{i1}^2S_i^2 + 18C_{i2}^2S_i^2 + 12C_{i1}^2C_{i2}^2\right)\right]\cdot$$
$$\left[\alpha_i - \Omega^2 + \frac{3}{4}\beta_i\left(S_i^2 + 2C_{i1}^2 + 2C_{i2}^2\right) - \frac{5}{8}\gamma_i\left(S_i^4 + 3C_{i1}^4 + 3C_{i2}^4 + 6C_{i1}^2S_i^2 + 6C_{i2}^2S_i^2 + 12C_{i1}^2C_{i2}^2\right)\right] +$$
$$+6\sigma_i\ æ\ C_{i1}C_{i2}S_i +\ æ^2\ \Omega^2 > 0. \tag{15}$$

Уравнение граничной кривой области устойчивости имеет вид

$$\Phi\left(\Omega, C_{i1}, C_{i2}, S_i\right) = 0, \tag{16}$$

Уравнение (16) совпадает с уравнением геометрического места точек, в которых амплитудные кривые для колебаний нити на частоте суммарного тона имеют вертикальные касательные, определяемые уравнением

$$\frac{d\Omega}{dS_i} = 0.$$

Если при заданном значении частоты Ω значение амплитуды S_i принадлежит области неустойчивости, то это колебание на частоте Ω неустойчиво.

Для пологих нитей, у которых стрелки провеса $q_0 \le \left(\frac{1}{20} \div \frac{1}{10}\right)l$, а амплитуды колебаний значительно меньше величниы q_0, в формулах (3)÷(15) можно положить $\gamma_i = \sigma_i = 0$. Тогда условие асимптотической устойчивости (15) будет совпадать с результатами, полученными в работе.

Условие устойчивости колебаний нити на частоте разностного тона будет отличатся от (15) знаком при последнем члене.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бубнович Э.В., Абилденова Г.К. Колебания гибкой пологой нити при бигармонических воздействиях. Вестник КазНИТУ им. К.И.Сатпаева, 2015.

[2] Бубнович Э.В., Калдыгазов К.Б. К вопросу динамической устойчивости нелинейных взаимосвязанных колебаний нити при случайных воздействиях. Вестник КазНИТУ и К.И.Сатпаева, №4, 2014.

[3] Болотин В.В., Динамическая устойчивость упругих систем. ГНТТЛ, 1956.

[4] Ван Дорен Р. Суммарные тоны в нелинейной колебательной системе с двумя степенями свободы с демпфированием. Механике, периодичность сб. переводов иностр.статей, 1972, №6.

Бубнович Э.В., Абилденова Г.К.

Иілгіш жайпақ жіптің тербелістерін бигармоничкалық орнықтылығы туралы

Түйіндеме: Амплитудаларға және фазаларға жиынтық үнін жиілігінде иілгіш жайпақ жібінің тербелістерін бигармоникалық орнықтылығы мәселенің шешімі үшін және берілген аз өсімшелер болып табылатын, кейбір табылатын функциялармен болған ісінің (2) шешімі үшін кешік. Раус-Гурвицтің өлшемі бойынша үйлесімде тербеліс орнықтылық шарты алынған. Ұсынылған жиынтықта үнді жиілікте жіптің тербелістері үшін амплитудалық қисықтарда тік қатысты ие болған, нүктелердің геометриялық орнының теңдеуімен үйлескен орнықтылық аймақтың шекті қисығын теңдеуі. Жасалған қорытынды мергендерінде

қосымша салмақ $q_0 \le \left(\frac{1}{20} \div \frac{1}{10}\right)l$, жайпақ жіптер үшін зарыққан, ал q_0 едәуір аз тербелістер амплитудасы, (15) формулада $\gamma_i = \sigma_i = 0$ қоюға болады. Онда шектемді орнықтылықтың шарты [4] жұмыстың нәтижелерімен үйлеседі. Айырма үнді жиілікте жіптің тербелістері орнықтылық шарт (15) ерекшеленген соңғы мүшеде таныс.

Түйін сөздер: бигармоникалық тербеліс, жайпақ икемді жіп, жиынтық үнді жиілік, айырма үнді жиілік, орнықтылық.

Bubnovich. E.V., Abildenova G.K.

About stability of biharmonic fluctuations of a flexible flat thread

Summary: For the solution of a question of stability of biharmonic fluctuations of a flexible flat thread at a frequency of total tone to amplitudes and phases in the decision (2) the small increments which are some functions of time were set. In compliance with Rausa-Gurvits's criterion the condition of stability of fluctuations is received. It is presented also the equation of boundary curve area of stability which coincides with the equation of a geometrical place of points in which amplitude curves for fluctuations of a thread at a frequency of total tone have vertical tangents. The conclusion that for flat threads which have much less than an arrow of pro-weight and amplitude of fluctuations, in a formula (15) it is possible to put is drawn. Then the condition of asymptotic stability will coincide with results of work [4]. The condition of stability of fluctuations of a thread at a frequency of differential tone differs (15) sign at the last member.

Key words: biharmonic fluctuations, flexible flat thread, frequency of total tone, frequency of differential tone, stability.

УДК 532:536.24;539.3

Е.Т. Божанов, А.М. Ибраимкулов, С.Н. Мадалиева
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан madalieva_s@mail.ru

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ МНОГОСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗ МАТЕРИАЛА СТЕКЛОТЕКСТОЛИТ-СТЕКЛОПЛАСТИКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДАРНОГО ИМПУЛЬСА, ЛЕЖАЩЕЙ НА ОСНОВАНИИ ТИПА ПАСТЕРНАКА

Аннотация. Рассмотрена многослойная конструкция с заполнителем переменными параметрами, лежащей обобщенном основании типа Пастернака. Исследована математическая модель взаимодействующих тел в зависимости изгиба срединной оси поперечного сечения контактной площади.

Ключевые слова: Многослойная конструкция с заполнителем переменными параметрами.

Постановка задачи

В качестве мишени рассмотрим многослойную конструкцию длинойL, толщиной h, внутренним радиусом R с заполнителем с переменными параметрами, лежащую на обобщенном основании типа Пастернака $[1]-[3]$.

Пусть на поверхности конструкции действует критический импульс при упруго-вязком и пластическом деформировании площади контакта.Математическую модель взаимодействующих тел в зависимости дифференциальногоуравнения изгиба срединной оси поперечного сечения площади контакта возьмем в виде $[1]$.

$$\frac{d^4W}{dx^4} + \frac{\eta}{D}\frac{dW}{dx} + \frac{k}{D}W = \frac{q_k}{D}f(x) \tag{1}$$

где $$q_k = \lambda_k \frac{N}{Q}\gamma^2 \frac{1}{1+\lambda_k'\gamma^2} \tag{2}$$