Список использованной литературы

1. Подстригач Я. С., Коляно Ю. М. Неустановившиеся температурные поля и напряжения в тонких пластинках. – Киев: Наук. думка, 1972. – 308 с.
2. Гольцев А. С. Фундаментальное решение уравнений термоупругости для тонких ортотропных пластин в случае теплообмена // Труды междунар. науч. конф. "Современные проблемы концентрации напряжений". – Донецк: Донец. гос. ун-т, "Кассиопея", 1998. – С. 56–60.
3. Концентрация напряжений / Под ред. А. Н. Гузя, А. С. Космодамианского, В. П. Шевченко. – Киев: А.С.К., 1998. – 387 с. (Механика композитов: В 12 т. Т. 7)
4. Подстригач Я. С., Коляно Ю. М. Обобщенная термомеханика. – Киев: Наук. думка, 1976. – 311 с.
5. Швец Р. Н., Лунь Е. И. Некоторые вопросы теории термоупругости ортотропных оболочек с учетом инерции вращения и поперечного сдвига // Прикл. механика. – 1971. – **7**, №10. – С. 121–125.
6. Амбарцумян С. А. Общая теория анизотропных оболочек. – М.: Наука, 1974. – 448 с.
7. Хижняк В. К., Шевченко В. П. Смешанные задачи теории пластин и оболочек: Учебное пособие. – Донецк: ДонГУ, 1980. – 128 с.
8. Космодамианский А. С., Калоеров С. А. Температурные напряжения в многосвязных пластинках. – Киев; Донецк: Вища школа, 1983. – 160 с.

Поступила в редколлегию 03.02.2000

УДК 537 + 539.3

В. Н. ЧЕХОВ, докт.физ.-мат. наук, А.Дж.А. СОУС, асп., Таврический нац. ун-т

О ПРЕДСТАВЛЕНИИ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ СТАТИКИ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНЫХ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК

Для системы дифференциальных уравнений статики упругих трансверсально-изотропных пологих оболочек найдено представление решения в виде степенного ряда по параметру, характеризующему отличие формы срединной поверхности от сферической. Получены рекуррентные формулы, позволяющие решать краевые задачи методом малого параметра в произвольном приближении.

1.Постановка задачи. Однородная система разрешающих дифференциальных уравнений статики упругих трансверсально-изотропных пологих оболочек представляется [1] в виде:

$$\Delta\Delta j - Eh\Delta_k w = 0, \quad \Delta\Delta w + \frac{1}{D}\Delta_k j - \frac{1}{K}\Delta\Delta_k j = 0, \quad \Delta c - \frac{2K}{(1-n)D}c = 0.$$

Здесь Δ – оператор Лапласа; Δ_k – дифференциальный оператор второго порядка, зависящий от значений k_1, k_2 нормальных кривизн срединной поверхности; φ, χ, w – функция напряжений, функция поперечного сдвига и прогиб оболочки; E, ν, K – коэффициенты упругости материала оболочки; h – толщина оболочки; D = Ehc^2, где c = $h/\sqrt{12(1-n^2)}$.

Параметр ε, характеризующий отличие формы срединной поверхности от сферической, вводим посредством зависимостей:

$$k_1 = \frac{1-e}{R_0}, \qquad k_2 = \frac{1+e}{R_0}, \qquad \frac{1}{R_0} = \frac{1}{2}(k_1 + k_2). \tag{1.1}$$

Заменой полугеодезических координат r, θ и функции напряжений j:

$$r = \frac{r}{\sqrt{cR_0}}, \quad x = r\cos J, \quad h = r\sin J, \quad j = EhcU, \tag{1.2}$$

систему дифференциальных уравнений преобразуется к виду:

$$\nabla^2\nabla^2 U - \nabla^2 w + e\left(\frac{\partial^2 w}{\partial h^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right) = 0,$$

$$\nabla^2\nabla^2 w + \nabla^2 U - 2d\nabla^2\nabla^2 U - e(1-2d\nabla^2)\left(\frac{\partial^2 U}{\partial h^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right) = 0; \tag{1.3}$$

$$\nabla^2 c - g^2 c = 0. \tag{1.4}$$

Здесь ∇^2 – оператор Лапласа в переменных r, J; $g = 1/\sqrt{(1-n)d}$; $d = Ehc/(2KR_0)$ – параметр, характеризующий влияние поперечного сдвига. Если $d = 0$, то система (1.3) соответствует теории пологих оболочек, основанной на гипотезах Кирхгофа–Лява.

В рамках классической теории построено представление решения [2], позволяющее решать краевые задачи методом малого параметра в любом приближении. Аналогичное представление решения для трансверсально-изотропной пологой оболочки предлагается ниже на основе аналитического решения [3] для пологой сферической трансверсально-изотропной оболочки (система (1.3), (1.4) в случае $e = 0$).

2.Уравнения метода малого параметра. Согласно методике работы [2] решение системы (1.3), (1.4) представляется в виде рядов Фурье. Ограничимся, как и в работе [2], симметрией, соответствующей кручению оболочки:

$$U = \sum_{n=1}^{\infty} U_{2n}(r)\sin 2nq, \qquad w = \sum_{n=1}^{\infty} w_{2n}(r)\sin 2nq,$$

$$c = \sum_{n=1}^{\infty} c_{2n}(r) \cos 2nq. \qquad (2.1)$$

Для коэффициентов в рядах (2.1) получается система обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\Delta_{2n}(\Delta_{2n} U_{2n} - w_{2n}) = -e(L_{2n}^{(1)} w_{2n-2} + L_{2n}^{(2)} w_{2n+2}),$$
$$\Delta_{2n}(\Delta_{2n} w_{2n} + U_{2n} - 2d\,\Delta_{2n} U_{2n}) =$$
$$= e(1 - 2d\,\Delta_{2n})(L_{2n}^{(1)} U_{2n-2} + L_{2n}^{(2)} U_{2n+2}), \quad \Delta_{2n} c_{2n} - g^2 c_{2n} = 0. \qquad (2.2)$$

Здесь введены операторы $L_{2n}^{(1)} = -\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{d^2}{dr^2} + \dfrac{3-4n}{r}\dfrac{d}{dr} + 4n\dfrac{n-1}{r^2}\right)$,

$$L_{2n}^{(2)} = -\frac{1}{2}\left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{3+4n}{r}\frac{d}{dr} + 4n\frac{n+1}{r^2}\right), \quad \Delta_{2n} = \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr} - \frac{4n^2}{r^2}.$$

Решение системы (2.2) представляется в виде степенных рядов по параметру e

$$U_{2n} = \sum_{l=0}^{\infty} e^l U_{2n}^{(l)}(r), \; w_{2n} = \sum_{l=0}^{\infty} e^l w_{2n}^{(l)}(r), \; c_{2n} = \sum_{l=0}^{\infty} e^l c_{2n}^{(l)}(r). \quad (2.3)$$

Коэффициенты удовлетворяют бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \Delta_{2n}(\Delta_{2n} U_{2n}^{(l)} - w_{2n}^{(l)}) = -L_{2n}^{(1)} w_{2n-2}^{(l-1)} - L_{2n}^{(2)} w_{2n+2}^{(l-1)}, \\ \Delta_{2n}(\Delta_{2n} w_{2n}^{(l)} + U_{2n}^{(l)} - 2d\,\Delta_{2n} U_{2n}^{(l)}) = \\ \qquad = (1 - 2d\,\Delta_{2n})(L_{2n}^{(1)} U_{2n-2}^{(l-1)} + L_{2n}^{(2)} U_{2n+2}^{(l-1)}), \\ \Delta_{2n} c_{2n}^{(l)} - g^2 c_{2n}^{(l)} = 0, \qquad (l = 0, 1, 2, 3, \ldots). \end{cases} \qquad (2.4)$$

Для начального приближения $(l = 0)$ система (2.4) является однородной. Вид ее аналитического решения, зависит [3] от параметра d, характеризующего влияние поперечных сдвигов. В диапазоне $0 \le d < 1$ решение, убывающее при $r \to \infty$, может быть представлено в форме:

$$U_{2n}^{(0)} = C_{n,n}^{(0)} r^{-2n} + \mathrm{Im}(a_{n,0}^{(0)} K_{2n}(sr)),$$
$$w_{2n}^{(0)} = D_{n,n}^{(0)} r^{-2n} + \mathrm{Im}(s^2 a_{n,0}^{(0)} K_{2n}(sr)), \quad c_{2n}^{(0)} = M_n^{(0)} K_{2n}(gr). \qquad (2.5)$$

Здесь $C_{n,n}^{(0)}$, $D_{n,n}^{(0)}$, $M_n^{(0)}$ – вещественные постоянные, $a_{n,0}^{(0)}$ – комплексная постоянная, определяемые из пяти граничных условий (при каждом значении *n*) для начального приближения; $K_{2n}(s\ r)$, $K_{2n}(g\ r)$ – функции Макдональда; $s=(\sqrt{1+d}+i\sqrt{1-d})/\sqrt{2}$, $g=1/\sqrt{(1-n)d}$.

В предельном случае $d=1$ начальное приближение имеет [3] вид:

$$U_{2n}^{(0)}=C_{n,n}^{(0)}r^{-2n}+A_{n,0}^{(0)}K_{2n}(r)+A_{n,1}^{(0)}rK_{2n-1}(r),$$
$$w_{2n}^{(0)}=D_{n,n}^{(0)}\ r^{-2n}+(A_{n,0}^{(0)}-2A_{n,1}^{(0)})K_{2n}(r)+A_{n,1}^{(0)}rK_{2n}(r),$$
$$c_{2n}^{(0)}=M_{n}^{(0)}K_{2n}(gr), \tag{2.6}$$

где 5 вещественных постоянных $C_{n,n}^{(0)}$, $D_{n,n}^{(0)}$, $A_{n,0}^{(0)}$, $A_{n,1}^{(0)}$, $M_{n}^{(0)}$ должны быть определены из граничных условий для начального приближения.

При $d>1$ начальное приближение записывается [3] в форме:

$$U_{2n}^{(0)}=C_{n,n}^{(0)}r^{-2n}+A_{n,0}^{(0)}K_{2n}(wr)+B_{n,0}^{(0)}K_{2n}(w^{-1}r)\ ,$$
$$w_{2n}^{(0)}=D_{n,n}^{(0)}\ r^{-2n}+w^{2}A_{n,0}^{(0)}K_{2n}(wr)+w^{-2}B_{n,0}^{(0)}K_{2n}(w^{-1}r)\ ,$$
$$c_{2n}^{(0)}=M_{n}^{(0)}K_{2n}(gr). \tag{2.7}$$

Здесь $w=\sqrt{d+\sqrt{d^{2}-1}}$.

3.Представление решения. Рекуррентные формулы. Для системы обыкновенных дифференциальных уравнений (2.4) требуется найти такое представление решения, которое сохраняет свою форму после подстановки этого решения в уравнения (2.4). Тогда равенства между коэффициентами при одинаковых функциях приводят к рекуррентным зависимостям между коэффициентами. Форма общего решения неоднородной системы (2.4), как и форма решений (2.5)–(2.7) однородной системы, зависит от параметра *d*, характеризующего влияние поперечных сдвигов. Соответственно получается три представления решения.

Для интервала $0\le d<1$:

$$U_{2n}^{(l)}=\sum_{j=1}^{n}C_{n,j}^{(l)}r^{-2j}+\mathrm{Im}\sum_{j=0}^{l}a_{n,j}^{(l)}r^{j}K_{2n-j}(sr),$$
$$w_{2n}^{(l)}=\sum_{j=1}^{n}D_{n,j}^{(l)}r^{-2j}+\mathrm{Im}\sum_{j=0}^{l}b_{n,j}^{(l)}r^{j}K_{2n-j}(sr),\quad c_{2n}^{(l)}=M_{n}^{(l)}K_{2n}(gr). \tag{3.1}$$

Для предельного значения $d=1$:

$$U_{2n}^{(l)}=\sum_{j=1}^{n}C_{n,j}^{(l)}r^{-2j}+\sum_{j=0}^{2l+1}A_{n,j}^{(l)}r^{j}K_{2n-j}(r),$$
$$w_{2n}^{(l)}=\sum_{j=1}^{n}D_{n,j}^{(l)}r^{-2j}+\sum_{j=0}^{2l+1}E_{n,j}^{(l)}r^{j}K_{2n-j}(r),\qquad c_{2n}^{(l)}=M_{n}^{(l)}K_{2n}(gr)\ , \tag{3.2}$$

Для интервала $d > 1$:

$$U_{2n}^{(l)} = \sum_{j=1}^{n} C_{n,j}^{(l)} r^{-2j} + \sum_{j=0}^{l} r^{j} (A_{n,j}^{(l)} K_{2n-j}(wr) + B_{n,j}^{(l)} K_{2n-j}(w^{-1} r)),$$
$$w_{2n}^{(l)} = \sum_{j=1}^{n} D_{n,j}^{(l)} r^{-2j} + \sum_{j=0}^{l} r^{j} (E_{n,j}^{(l)} K_{2n-j}(wr) + F_{n,j}^{(l)} K_{2n-j}(w^{-1} r)),$$
$$c_{2n}^{(l)} = M_{n}^{(l)} K_{2n}(gr). \qquad (3.3)$$

Подстановка решения (3.1) в дифференциальные уравнения (2.4) приводит к рекуррентным соотношениям между вещественными коэффициентами степенного решения:

$$C_{n,1}^{(l)} = \frac{n}{2(n-1)} C_{n-1,1}^{(l-1)} + \frac{n}{2(n+1)} C_{n+1,1}^{(l-1)}, \; D_{n,1}^{(l)} = \frac{n}{2(n-1)} D_{n-1,1}^{(l-1)} + \frac{n}{2(n+1)} D_{n+1,1}^{(l-1)},$$
$$C_{n,j}^{(l)} = (n+j-1)\left(\frac{C_{n-1,j}^{(l-1)}}{2(n-j)} + 4d\,(n+j-2)\, C_{n-1,j-1}^{(l-1)} \right) - 4\,(n^2 - (j-1)^2) *$$
$$* \,(2d\, C_{n,j-1}^{(l)} - D_{n,j-1}^{(l)}) + (n-j+1)\left(\frac{C_{n+1,j}^{(l-1)}}{2(n+j)} + 4d\,(n-j+2)\, C_{n+1,j-1}^{(l-1)} \right), \qquad (3.4)$$
$$D_{n,j}^{(l)} = -4(n^2 - (j-1)^2) C_{n,j-1}^{(l)} + \frac{n+j-1}{2(n-j)} D_{n-1,j}^{(l-1)} + \frac{n-j+1}{2(n+j)} D_{n+1,j}^{(l-1)},$$
$$(2 \le j \le n-1).$$

Рекуррентные формулы для комплексных коэффициентов при функциях Макдональда имеют более сложное строение:

$$b_{n,l}^{(l)} = s^{2} a_{n,l}^{(l)}, \quad \tilde{b}_{n,j}^{(l)} = \approx{a}_{n,j}^{(l)} - \frac{1}{2}(s^{2} b_{n-1,j}^{(l-1)} + s^{-2} \approx{b}_{n+1,j}^{(l-1)}) \quad (j = \overrightarrow{l-1, 0}),$$
$$(1 - s^{4}) a_{n,l}^{(l)} = \frac{1}{2l} s^{5} (a_{n-1,l-1}^{(l-1)} + a_{n+1,l-1}^{(l-1)}), \quad (1 - s^{4}) \tilde{a}_{n,j}^{(l)} = \frac{s}{4j} (\approx{b}_{n+1,j-1}^{(l-1)} +$$
$$+ s^{4} b_{n-1,j-1}^{(l-1)} + s^{2} \approx{a}_{n+1,j-1}^{(l-1)} + s^{6} a_{n-1,j-1}^{(l-1)}) - (\approx{b}_{n+1,j}^{(l-1)} + s^{4} b_{n-1,j}^{(l-1)}) / 2 - \qquad (3.5)$$
$$- d\, \approx{a}_{n+1,j}^{(l-1)} - d\, s^{4} a_{n-1,j}^{(l-1)} - 2(j+1) s^{3} \tilde{a}_{n,j+1}^{(l)}, \qquad (j = \overrightarrow{l-1,\ 1}).$$

Знаками тильды обозначены комбинации постоянных, получаемые по вспомогательным рекуррентным формулам:

$$\tilde{u}_{n,l}^{(l)} = s^{2} u_{n,l}^{(l)}, \quad \tilde{u}_{n,j}^{(l)} = s^{2} u_{n,j}^{(l)} - 2(j+1) s\, u_{n,j+1}^{(l)};$$

$$\tilde{\tilde{u}}^{(l)}_{n,l} = s^{\,2}\tilde{u}^{(l)}_{n,l}\,, \quad \tilde{\tilde{u}}^{(l)}_{n,j} = s^{\,2}\tilde{u}^{(l)}_{n,j} - 2(j+1)s\,\tilde{u}^{(l)}_{n,j+1}\,,\ (j=\overrightarrow{l-1,\ 0})\,. \qquad (3.6)$$

Вместо величин $u^{(l)}_{n,j}$ здесь должны быть подставлены $a^{(l)}_{n,j}$ или $b^{(l)}_{n,j}$.

В начальном приближении постоянные $a^{(0)}_{n,0}$, $C^{(0)}_{n,n}$, $D^{(0)}_{n,n}$, $M^{(0)}_{n}$ вычисляются из 5 граничных условий для каждого n. Рекуррентные формулы (3.4), (3.5) позволяют выразить все комплексные постоянные $a^{(l)}_{n,j}$, $b^{(l)}_{n,j}$ в представлениях решения (3.1), кроме $a^{(l)}_{n,0}$, и все вещественные постоянные $C^{(l)}_{n,j}$, $D^{(l)}_{n,j}$, кроме $C^{(l)}_{n,n}$, $D^{(l)}_{n,n}$, через постоянные, вычисленные в предыдущих приближениях. После этого постоянные $a^{(l)}_{n,0}$, $C^{(l)}_{n,n}$, $D^{(l)}_{n,n}$, $M^{(l)}_{n}$ вычисляются из граничных условий для приближения номер l.

В предельном случае $(d=0, s=p/4)$ классической теории пологих оболочек рекуррентные формулы (3.4), (3.5) совпадают с формулами, приведенными в работе [2] (с точностью до обозначений).

Рекуррентные зависимости (3.4) между постоянными $C^{(l)}_{n,j}, D^{(l)}_{n,j}$, справедливы при любых значений параметра d , и остается записать рекуррентные формулы для коэффициентов при функциях Макдональда.

При значении $d=1$:

$$E^{(l)}_{n,2l+1} = A^{(l)}_{n,2l+1}, \quad A^{(l)}_{n,2l+1} = \frac{1}{8l(2l+1)}\left(A^{(l-1)}_{n-1,2l-1} + A^{(l-1)}_{n+1,2l-1}\right),$$

$$E^{(l)}_{n,2l} = \tilde{A}^{(l)}_{n,2l}, \quad \tilde{E}^{(l)}_{n,j} = \tilde{\tilde{A}}^{(l)}_{n,j} - \frac{1}{2}\left(E^{(l-1)}_{n-1,j} + \tilde{\tilde{E}}^{(l-1)}_{n+1,j}\right),\ (j=\overrightarrow{2l-1,0}),$$

$$\tilde{A}^{(l)}_{n,j} = \left((\tilde{\tilde{E}}^{(l-1)}_{n+1,j-2} + E^{(l-1)}_{n-1,j-2} + \tilde{\tilde{A}}^{(l-1)}_{n+1,j-2} + A^{(l-1)}_{n-1,j-2}\right)/(2j-2) - \qquad (3.7)$$

$$-\,2\tilde{\tilde{A}}^{(l-1)}_{n+1,j-1} - 2A^{(l-1)}_{n-1,j-1} - \tilde{\tilde{E}}^{(l-1)}_{n+1,j-1} - E^{(l-1)}_{n-1,j-1})/(4j), \qquad (j=\overrightarrow{2l,2})\,.$$

Комбинации $\tilde{A}^{(l)}_{n,j}$, $\tilde{\tilde{A}}^{(l)}_{n,j}$, $\tilde{E}^{(l)}_{n,j}$, $\tilde{\tilde{E}}^{(l)}_{n,j}$ вычисляются по формулам вида (3.6):

$$\tilde{V}^{(l)}_{n,2l+1} = V^{(l)}_{n,2l+1}\,, \quad \tilde{V}^{(l)}_{n,j} = V^{(l)}_{n,j} - 2(j+1)V^{(l)}_{n,j+1}\,,\ (j=\overrightarrow{2l,\ 0})\ .$$

Здесь $V^{(l)}_{n,j}$ принимает значения $A^{(l)}_{n,j}, \tilde{A}^{(l)}_{n,j}, E^{(l)}_{n,j}, \tilde{E}^{(l)}_{n,j}$.

На бесконечном интервале $d>1$ рекуррентные зависимости между постоянными в представлении (3.3) принимают вид:

$$E_{n,l}^{(l)} = w^2 A_{n,l}^{(l)}, \quad F_{n,l}^{(l)} = w^{-2} B_{n,l}^{(l)}, \quad \tilde{E}_{n,j}^{(l)} = \tilde{\tilde{A}}_{n,j}^{(l)} - \frac{1}{2}(w^2 E_{n-1,j}^{(l-1)} +$$

$$+ w^{-2} \tilde{\tilde{E}}_{n+1,j}^{(l-1)}), \quad \tilde{F}_{n,j}^{(l)} = \tilde{\tilde{B}}_{n,j}^{(l)} - \frac{1}{2}(w^{-2} F_{n-1,j}^{(l-1)} + w^2 \tilde{\tilde{F}}_{n+1,j}^{(l-1)}), \quad (j = \overrightarrow{l-1,0}),$$

$$(w^4 - 1) A_{n,l}^{(l)} = \frac{-1}{2l} w^5 (A_{n-1,l-1}^{(l-1)} + A_{n+1,l-1}^{(l-1)}), \quad \tilde{A}_{n,j}^{(l)} = (\frac{-w}{4j}(\tilde{\tilde{E}}_{n+1,j-1}^{(l-1)} +$$

$$+ w^4 E_{n-1,j-1}^{(l-1)} + w^2 \tilde{\tilde{A}}_{n+1,j-1}^{(l-1)} + w^6 A_{n-1,j-1}^{(l-1)}) + (\tilde{\tilde{E}}_{n+1,j}^{(l-1)} + w^4 E_{n-1,j}^{(l-1)})/2 +$$

$$+ d\, \tilde{\tilde{A}}_{n+1,j}^{(l-1)} + d\, w^4 A_{n-1,j}^{(l-1)} + 2(j+1) w^3 \tilde{A}_{n,j+1}^{(l)})/(w^4 - 1), \ (j = \overrightarrow{l-1,1}), \quad (3.8)$$

$$(1 - w^{-4}) B_{n,l}^{(l)} = \frac{1}{2l} w^{-5} (B_{n-1,l-1}^{(l-1)} + B_{n+1,l-1}^{(l-1)}), \quad \tilde{B}_{n,j}^{(l)} = (\frac{1}{4j} w^{-1} (\tilde{\tilde{F}}_{n+1,j-1}^{(l-1)} +$$

$$+ w^{-4} F_{n-1,j-1}^{(l-1)} + w^{-2} \tilde{\tilde{B}}_{n+1,j-1}^{(l-1)} + w^{-6} B_{n-1,j-1}^{(l-1)}) - (\tilde{\tilde{F}}_{n+1,j}^{(l-1)} + w^{-4} F_{n-1,j}^{(l-1)})/2 -$$

$$- d\, \tilde{\tilde{B}}_{n+1,j}^{(l-1)} - d\, w^{-4} B_{n-1,j}^{(l-1)} - 2(j+1) w^{-3} \tilde{B}_{n,j+1}^{(l)})/(1 - w^{-4}), \quad (j = \overrightarrow{l-1,1}).$$

Здесь комбинаций $\tilde{A}_{n,j}^{(l)}$, $\tilde{\tilde{A}}_{n,j}^{(l)}$, $\tilde{E}_{n,j}^{(l)}$, $\tilde{\tilde{E}}_{n,j}^{(l)}$ вычисляются по формулам (3.6). При этом в (3.6) следует заменить s на w. При вычислении $\tilde{B}_{n,j}^{(l)}$, $\tilde{\tilde{B}}_{n,j}^{(l)}$, $\tilde{F}_{n,j}^{(l)}$, $\tilde{\tilde{F}}_{n,j}^{(l)}$ в (3.6) необходимо заменить s на w^{-1}.

Эффективность рассматриваемого подхода продемонстрирована в работе [2] на примере краевой задачи для круговой цилиндрической оболочки, ослабленной круговым отверстием.

Список использованной литературы

1. Гузь А.Н., Чернышенко И.С., Чехов В.Н. и др. Методы расчета оболочек: В 5-ти т. Т.1 Теория тонких оболочек, ослабленных отверстиями – К.: Наук. думка, 1980. – 636 с.
2. Withum D. Die Kreiszylinderschale mit kreisförmigem Ausschnitt unter Schub-beanspruchung // Ing.-Arch. – 1958. – 26, N6. – S.435 – 446.
3. Гузь А.Н., Чернышенко И.С., Шнеренко К.И. Сферические днища, ослабленные отверстиями. – К.: Наук. Думка, 1970. – 324 с.

Поступила в редколлегию 20.07.2000