

И. В. Меньшова¹, А. П. Кержаев¹, А. В. Никитин²

МЕТОД НАЧАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ В ЗАДАЧЕ ДЛЯ РАЗНОМОДУЛЬНОЙ ПОЛОСЫ

*Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН,
г. Москва, Россия*

*Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева,
г. Чебоксары, Россия*

Аннотация. В статьях [1], [2] на различных примерах была продемонстрирована эффективность применения метода начальных функций [3], записанного в пространстве преобразований Фурье, к решению краевых задач теории упругости в бесконечной полосе. Благодаря представимости операторов бесконечного дифференцирования метода начальных функций в свернутом виде, решение краевой задачи для полосы очень просто выписывается в виде несобственных интегралов от компактных выражений – обратных преобразований Фурье мероморфных функций. Числители и знаменатели этих функций представляют собой линейные комбинации произведений операторов. Как правило, интегралы хорошо сходятся, а их численная реализация, например, средствами MATHCAD не представляет труда. Решение можно представить и в виде рядов по функциям Фадля – Папковича (собственным функциям рассматриваемой краевой задачи), воспользовавшись теоремой о вычетах.

© Меньшова И. В., Кержаев А. П., Никитин А. В., 2016

Меньшова Ирина Владимировна

e-mail: menshovairina@yandex.ru, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории геодинамики, Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук, г. Москва, Россия.

Кержаев Александр Петрович

e-mail: alex_kerg@mail.ru, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории геодинамики, Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук, г. Москва, Россия.

Никитин Андрей Витальевич

e-mail: Ligalas5@mail.ru, кандидат физико-математических наук, преподаватель кафедры информатики и вычислительной техники, Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары, Россия.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-41-02-644 р_поволжье_а.

Поступила 12.03.2016

В этой работе тот же подход применяется к решению задачи для бесконечной полосы, склеенной из полос с разными модулями упругости. Принципиальных трудностей при решении этой задачи нет. Однако, даже в случае двух полос с разными модулями упругости, промежуточные выкладки оказываются очень громоздкими, а для большего числа полос – практически нереализуемыми. То обстоятельство, что операторы метода начальных функций представляются в замкнутой форме, дает возможность воспользоваться символьной математикой MATHECAD, не особенно беспокоясь о числе склеиваемых полос и не задумываясь о промежуточных преобразованиях. Независимо от числа слоев тип целой функции, стоящей в знаменателе мероморфной функции, входящей под знак интеграла в обратном преобразовании Фурье, будет всегда выше типа целой функции в числителе. Поэтому интегралы сходятся. Они могут расходиться только в нуле. В этом случае особенность в нуле нужно выделять так, как это было показано в статьях [1], [2].

Ключевые слова: составная разномодульная полоса, метод начальных функций, интегральное преобразование Фурье.

УДК: 539.3+517.95

1. Постановка краевой задачи (основные положения). Рассмотрим симметричную деформацию бесконечной полосы $\{\Pi : |y| \leq 1, |x| < \infty\}$, показанной на рис. 1. Параметры внутренней полосы $\{\Pi^a : |y| \leq a, |x| < \infty, a < 1\}$ будем обозначать индексом “ a ”, а внешней – “1”. Модули упругости полос различны: G^a и G . Полосы непрерывно склеены так, что вдоль линий склеивания, $y = \pm a$, выполняются равенства:

$$u^a(x) = u(x), \quad v^a(x) = v(x), \quad \sigma_y^a(x) = \sigma_y(x), \quad \tau_{xy}^a(x) = \tau_{xy}(x), \quad (1)$$

где u, v – соответственно продольное (вдоль полосы) и поперечное перемещения.

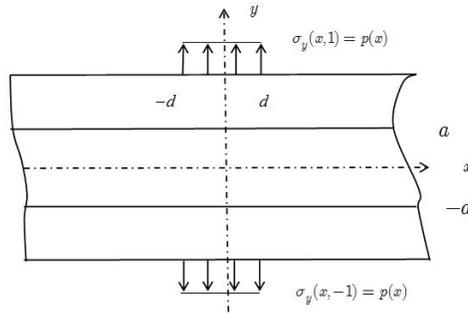


Рис 1. Схема задачи

Перейдем к обозначениям, принятым в методе начальных функций [3]:

$$\begin{aligned} U(x, y) &= Gu(x, y), \quad V(x, y) = Gv(x, y), \\ Y(x, y) &= \sigma_y(x, y), \quad X(x, y) = \tau_{xy}(x, y), \\ U^a(x, y) &= G^a u^a(x, y), \quad V^a(x, y) = G^a v^a(x, y), \\ Y^a(x, y) &= \sigma_y^a(x, y), \quad X^a(x, y) = \tau_{xy}^a(x, y). \end{aligned} \quad (2)$$

Тогда, обозначив $K = G/G^a$, равенства (1) можно записать так:

$$U^a(x) = KU(x), \quad V^a(x) = KV(x), \quad Y^a(x) = Y(x), \quad X^a(x) = X(x). \quad (3)$$

Пусть на сторонах $y = \pm 1$ нормальные напряжения представлены показанной на рисунке ступенчатой функцией, а касательные напряжения равны нулю:

$$\sigma_y(x, \pm 1) = p(x) = \begin{cases} 1, & |x| \leq d; \\ 0, & |x| > d \quad (d > 0), \end{cases} \quad \tau_{xy}(x, \pm 1) = 0. \quad (4)$$

2. Решение краевой задачи. Удовлетворим граничным условиям (4) с помощью зависимостей метода начальных функций. В силу симметрии задачи начальные функции

$$V_0(x) = X_0(x) = 0,$$

поэтому

$$U(x, a) = L_{UU}(\alpha, a)U_0(x) + L_{UY}(\alpha, a)Y_0(x), \quad V(x, a) = L_{VU}(\alpha, a)U_0(x) + L_{VY}(\alpha, a)Y_0(x), \quad (5)$$

$$Y(x, a) = L_{YU}(\alpha, a)U_0(x) + L_{YY}(\alpha, a)Y_0(x), \quad X(x, a) = L_{XU}(\alpha, a)U_0(x) + L_{XY}(\alpha, a)Y_0(x).$$

Здесь $L_{UU}(\alpha, a)$ и т. д. – дифференциальные операторы метода начальных функций, в которых $\alpha = d/dx$ – операция дифференцирования. Используя формулы (5) как начальные для внешней полосы, выполним граничные условия (4). Тогда получим систему из двух дифференциальных уравнений бесконечного порядка относительно начальных функций $U_0(x)$ и $Y_0(x)$:

$$L_{YU}^1(\alpha)U_0(x) + L_{YY}^1(\alpha)Y_0(x) = p(x), \quad L_{XU}^1(\alpha)U_0(x) + L_{XY}^1(\alpha)Y_0(x) = 0. \quad (6)$$

Здесь введены обозначения:

$$\begin{aligned} L_{YU}^1(\alpha) &= K [L_{YU}(\alpha, 1-a)L_{UU}(\alpha, a) + L_{YV}(\alpha, 1-a)L_{VU}(\alpha, a)] + \\ &\quad + L_{YY}(\alpha, 1-a)L_{YU}(\alpha, a) + L_{YX}(\alpha, 1-a)L_{XU}(\alpha, a), \\ L_{YY}^1(\alpha) &= K [L_{YU}(\alpha, 1-a)L_{UY}(\alpha, a) + L_{YV}(\alpha, 1-a)L_{VY}(\alpha, a)] + \\ &\quad + L_{YY}(\alpha, 1-a)L_{YY}(\alpha, a) + L_{YX}(\alpha, 1-a)L_{XY}(\alpha, a), \\ L_{XU}^1(\alpha) &= K [L_{XU}(\alpha, 1-a)L_{UU}(\alpha, a) + L_{XV}(\alpha, 1-a)L_{VU}(\alpha, a)] + \\ &\quad + L_{XY}(\alpha, 1-a)L_{YU}(\alpha, a) + L_{XX}(\alpha, 1-a)L_{XU}(\alpha, a), \\ L_{XY}^1(\alpha) &= K [L_{XU}(\alpha, 1-a)L_{UY}(\alpha, a) + L_{XV}(\alpha, 1-a)L_{VY}(\alpha, a)] + \\ &\quad + (L_{XY}(\alpha, 1-a)L_{YY}(\alpha, a) + L_{XX}(\alpha, 1-a)L_{XY}(\alpha, a)). \end{aligned} \quad (7)$$

Дифференциальные уравнения бесконечного порядка (6) в пространстве преобразований Фурье будут иметь вид

$$L_{YU}^1(\lambda)\widetilde{U}_0(\lambda) + L_{YY}^1(\lambda)\widetilde{Y}_0(\lambda) = \tilde{p}(\lambda), \quad L_{XU}^1(\lambda)\widetilde{U}_0(\lambda) + L_{XY}^1(\lambda)\widetilde{Y}_0(\lambda) = 0, \quad (8)$$

где $\tilde{p}(\lambda)$ – преобразование Фурье функции $p(x)$:

$$\tilde{p}(\lambda) = \frac{2 \sin d\lambda}{\lambda}, \quad (9)$$

λ – параметр преобразования Фурье, $\widetilde{U}_0(\lambda)$ и $\widetilde{Y}_0(\lambda)$ – преобразования Фурье соответствующих начальных функций. Формулы для операторов L получаются из соответствующих формул для операторов метода начальных функций заменой α на $-i\lambda$.

Решая систему (8), найдем

$$\widetilde{U}_0(\lambda) = \frac{L_{XY}^1(\lambda)\tilde{p}(\lambda)}{L(\lambda)}, \quad \widetilde{Y}_0(\lambda) = -\frac{L_{XU}^1(\lambda)\tilde{p}(\lambda)}{L(\lambda)}. \quad (10)$$

Функция

$$L(\lambda) = L_{YU}^1(\lambda) L_{XY}^1(\lambda) - L_{YY}^1(\lambda) L_{XU}^1(\lambda). \quad (11)$$

Теперь для преобразований Фурье перемещений и напряжений во внутренней полосе получим:

$$\begin{aligned} \widetilde{U}^a(\lambda, y) &= L_{UU}(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + L_{UY}(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda), \\ \widetilde{V}^a(\lambda, y) &= L_{VU}(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + L_{VY}(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda), \\ \widetilde{\sigma}_x^a(\lambda, y) &= A_U(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + A_Y(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda), \\ \widetilde{Y}^a(\lambda, y) &= L_{YU}(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + L_{YY}(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda), \\ \widetilde{X}^a(\lambda, y) &= L_{XU}(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + L_{XY}(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda). \end{aligned} \quad (12)$$

Функции $\widetilde{U}^a(\lambda, a)$, $\widetilde{V}^a(\lambda, a)$, $\widetilde{Y}^a(\lambda, a)$, $\widetilde{X}^a(\lambda, a)$ в пространстве преобразований Фурье являются начальными для внешней полосы. Поэтому преобразования Фурье перемещений и напряжений для внешней полосы будут иметь вид

$$\begin{aligned} \widetilde{U}^1(\lambda, y) &= L_{UU}(\lambda, y) \widetilde{U}^a(\lambda, a) + L_{UV}(\lambda, y) \widetilde{V}^a(\lambda, a) + \\ &+ L_{UY}(\lambda, y) \widetilde{Y}^a(\lambda, a) + L_{UX}(\lambda, y) \widetilde{X}^a(\lambda, a), \\ \widetilde{V}^1(\lambda, y) &= L_{VU}(\lambda, y) \widetilde{U}^a(\lambda, a) + L_{VV}(\lambda, y) \widetilde{V}^a(\lambda, a) + \\ &+ L_{VY}(\lambda, y) \widetilde{Y}^a(\lambda, a) + L_{VX}(\lambda, y) \widetilde{X}^a(\lambda, a), \\ \widetilde{\sigma}_x^1(\lambda, y) &= A_U(\lambda, y) \widetilde{U}^a(\lambda, a) + A_V(\lambda, y) \widetilde{V}^a(\lambda, a) + \\ &+ A_Y(\lambda, y) \widetilde{Y}^a(\lambda, a) + A_X(\lambda, y) \widetilde{X}^a(\lambda, a), \\ \widetilde{Y}^1(\lambda, y) &= L_{YU}(\lambda, y) \widetilde{U}^a(\lambda, a) + L_{YV}(\lambda, y) \widetilde{V}^a(\lambda, a) + \\ &+ L_{YY}(\lambda, y) \widetilde{Y}^a(\lambda, a) + L_{YX}(\lambda, y) \widetilde{X}^a(\lambda, a), \\ \widetilde{X}^1(\lambda, y) &= L_{XU}(\lambda, y) \widetilde{U}^a(\lambda, a) + L_{XV}(\lambda, y) \widetilde{V}^a(\lambda, a) + \\ &+ L_{XY}(\lambda, y) \widetilde{Y}^a(\lambda, a) + L_{XX}(\lambda, y) \widetilde{X}^a(\lambda, a). \end{aligned} \quad (13)$$

Вводя новые обозначения, их можно представить в форме (10)

$$\begin{aligned} \widetilde{U}^1(\lambda, y) &= L_{UU}^1(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + L_{UY}^1(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda), \quad \widetilde{V}^1(\lambda, y) = L_{VU}^1(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + L_{VY}^1(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda), \\ \widetilde{\sigma}_x^1(\lambda, y) &= A_U^1(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + A_Y^1(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda), \quad \widetilde{Y}^1(\lambda, y) = L_{YU}^1(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + L_{YY}^1(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda), \\ \widetilde{X}^1(\lambda, y) &= L_{XU}^1(\lambda, y) \widetilde{U}_0(\lambda) + L_{XY}^1(\lambda, y) \widetilde{Y}_0(\lambda), \end{aligned} \quad (14)$$

где

$$\begin{aligned} L_{UU}^1(\lambda, y) &= K[L_{UU}(\lambda, y) L_{UU}(\lambda, a) + L_{UV}(\lambda, y) L_{VU}(\lambda, a)] + \\ &+ L_{UY}(\lambda, y) L_{YU}(\lambda, a) + L_{UX}(\lambda, y) L_{XU}(\lambda, a), \\ L_{UY}^1(\lambda, y) &= K[L_{UU}(\lambda, y) L_{UY}(\lambda, a) + L_{UV}(\lambda, y) L_{VY}(\lambda, a)] + \\ &+ L_{UY}(\lambda, y) L_{YY}(\lambda, a) + L_{UX}(\lambda, y) L_{XY}(\lambda, a), \\ L_{VU}^1(\lambda, y) &= K[L_{VU}(\lambda, y) L_{UU}(\lambda, a) + L_{VV}(\lambda, y) L_{VU}(\lambda, a)] + \\ &+ L_{VY}(\lambda, y) L_{YU}(\lambda, a) + L_{VX}(\lambda, y) L_{XU}(\lambda, a), \\ A_U^1(\lambda, y) &= K[A_U(\lambda, y) L_{UU}(\lambda, a) + A_V(\lambda, y) L_{VU}(\lambda, a)] + \\ &+ A_Y(\lambda, y) L_{YU}(\lambda, a) + A_X(\lambda, y) L_{XU}(\lambda, a), \\ A_Y^1(\lambda, y) &= K[A_U(\lambda, y) L_{UY}(\lambda, a) + A_V(\lambda, y) L_{VY}(\lambda, a)] + \\ &+ A_Y(\lambda, y) L_{YY}(\lambda, a) + A_X(\lambda, y) L_{XY}(\lambda, a), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_{YU}^1(\lambda, y) &= K[L_{YU}(\lambda, y)L_{UU}(\lambda, a) + L_{YV}(\lambda, y)L_{VU}(\lambda, a)] + \\
&\quad + L_{YY}(\lambda, y)L_{YU}(\lambda, a) + L_{YX}(\lambda, y)L_{XU}(\lambda, a), \\
L_{YV}^1(\lambda, y) &= K[L_{YU}(\lambda, y)L_{UV}(\lambda, a) + L_{YV}(\lambda, y)L_{VV}(\lambda, a)] + \\
&\quad + L_{YY}(\lambda, y)L_{YV}(\lambda, a) + L_{YX}(\lambda, y)L_{XV}(\lambda, a), \\
L_{XU}^1(\lambda, y) &= K[L_{XU}(\lambda, y)L_{UU}(\lambda, a) + L_{XV}(\lambda, y)L_{VU}(\lambda, a)] + \\
&\quad + L_{XY}(\lambda, y)L_{YU}(\lambda, a) + L_{XX}(\lambda, y)L_{XU}(\lambda, a), \\
L_{XV}^1(\lambda, y) &= K[L_{XU}(\lambda, y)L_{UV}(\lambda, a) + L_{XV}(\lambda, y)L_{VV}(\lambda, a)] + \\
&\quad + L_{XY}(\lambda, y)L_{YV}(\lambda, a) + L_{XX}(\lambda, y)L_{XV}(\lambda, a).
\end{aligned}$$

Выражениями (10), (12) дается полное решение задачи в пространстве преобразований Фурье. Применяя к ним обратное преобразование Фурье [4], найдем искомые выражения для напряжений и перемещений во внутренней и внешней полосе соответственно:

$$\begin{aligned}
U^a(x, y) &= -\frac{i}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{U}^a(\lambda, y) \sin(\lambda x) d\lambda, \quad V^a(x, y) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{V}^a(\lambda, y) \cos(\lambda x) d\lambda, \\
\sigma_x^a(x, y) &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{\sigma}_x^a(\lambda, y) \cos(\lambda x) d\lambda, \quad \sigma_y^a(x, y) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{\sigma}_y^a(\lambda, y) \cos(\lambda x) d\lambda, \quad (15)
\end{aligned}$$

$$\tau_{xy}^a(x, y) = -\frac{i}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{\tau}_{xy}^a(\lambda, y) \sin(\lambda x) d\lambda,$$

$$\begin{aligned}
U^1(x, y) &= -\frac{i}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{U}^1(\lambda, y) \sin(\lambda x) d\lambda, \quad V^1(x, y) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{V}^1(\lambda, y) \cos(\lambda x) d\lambda, \\
\sigma_x^1(x, y) &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{\sigma}_x^1(\lambda, y) \cos(\lambda x) d\lambda, \quad \sigma_y^1(x, y) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{\sigma}_y^1(\lambda, y) \cos(\lambda x) d\lambda, \quad (16)
\end{aligned}$$

$$\tau_{xy}^1(x, y) = -\frac{i}{\pi} \int_0^{\infty} \widetilde{\tau}_{xy}^1(\lambda, y) \sin(\lambda x) d\lambda.$$

На рис. 2 показаны графики распределения поперечных перемещений $V^a(x, a)$ (сплошная кривая) и $V^1(x, 0)/K$ (пунктир) на линии склеивания полос. Считалось, что $a = 0.6$, $d = 0.2$, $\nu = 1/3$, $K = 2$. Можно видеть, что кривые практически неразличимы.

Значения продольных нормальных напряжений для внешней и для внутренней полос в месте стыка сильно отличаются, даже при $K = 2$ (рис. 3), и эта разница растет с ростом K , поскольку внешняя полоса воспринимает все большую долю нагрузки.

На рис. 4 показаны (совпадающие для внутренней и внешней полос) распределения поперечных нормальных и касательных напряжений на линии склеивания.

На рис. 5, 6 показаны распределения поперечных перемещений

$$V(x, y) = \begin{cases} V^a(x, y), & |y| < a; \\ V^1(x, y), & a < |y| \leq 1 \end{cases}$$

и нормальных продольных напряжений поперек полосы при $0 \leq y \leq 1$

$$\sigma_x(x, y) = \begin{cases} \sigma_x^a(x, y), & |y| < a; \\ \sigma_x^1(x, y), & a < |y| \leq 1 \end{cases}$$

в сечениях $x = 0$ (сплошные кривые) и $x = 0.3$ (пунктир).

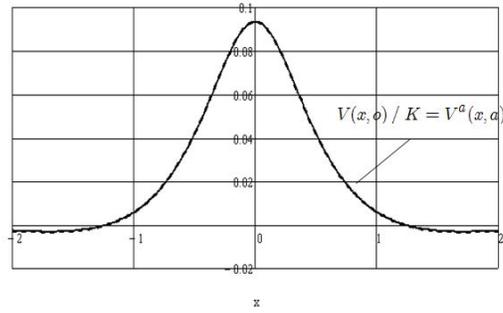


Рис. 2. Распределения поперечных перемещений на стыке полос

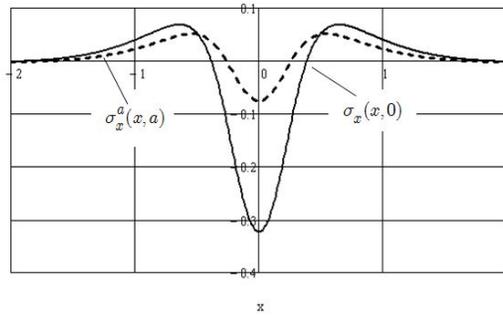


Рис. 3. Распределения продольных нормальных напряжений на стыке

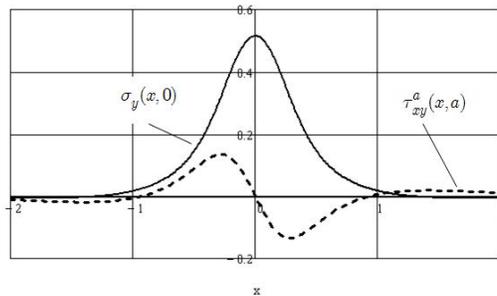


Рис. 4. Распределения поперечных нормальных и касательных напряжений на стыке

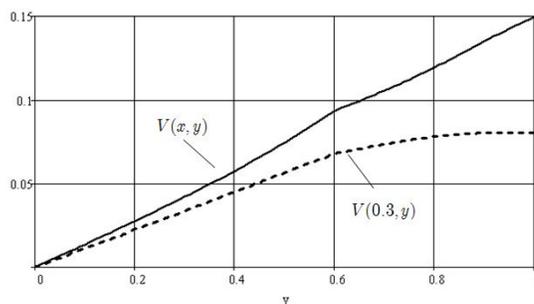


Рис. 5. Распределения поперечных перемещений $V(x, y)$ в сечениях $x = 0$ и $x = 0.3$

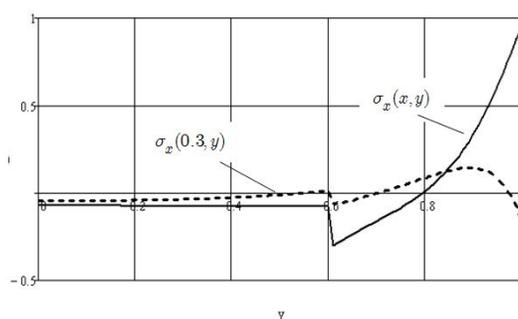


Рис. 6. Распределения напряжений $\sigma_x(x, y)$ в сечениях $x = 0$ и $x = 0.3$

Выводы. Основываясь на полученных результатах, можно достаточно просто рассмотреть задачи с межслойными разрывами, имеющими важные инженерные приложения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Коваленко М. Д., Меньшова И. В., Кержаев А. П. Метод начальных функций и интегральное преобразование Фурье в краевой задаче теории упругости для бесконечной полосы (I) // Механика композиционных материалов и конструкций. 2015. Т. 21 (1). С. 47–64.

[2] Коваленко М. Д., Меньшова И. В., Кержаев А. П. Метод начальных функций и интегральное преобразование Фурье в краевой задаче теории упругости для бесконечной полосы (II) // Механика композиционных материалов и конструкций. 2015. Т. 21 (2). С. 237–250.

[3] Власов В. В. Метод начальных функций в задачах теории упругости и строительной механики. М.: Стройиздат, 1975. 224 с.

[4] Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 1976. 542 с.

I. V. Menshova¹, A. P. Kerzhaev¹, A. V. Nikitin²**METHOD OF INITIAL FUNCTIONS AND THE FOURIER TRANSFORM
IN THE PROBLEM FOR HETEROGENEOUS STRIP**¹*Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*²*I. Yakovlev Chuvash state pedagogical University, Cheboksary, Russia*

Abstract. In articles [1], [2] for the various examples the effectiveness of applying the method of initial functions [3] recorded in the space of Fourier transforms to solve boundary value problems of the theory of elasticity in an infinite strip was demonstrated. Thanks to the representability of operators of infinite differentiation of the method of initial functions in minimized form, the solution of the boundary value problem for strip is very simple written in the form of improper integrals of compact expressions which is the inverse Fourier transforms of meromorphic functions. The numerators and denominators of these functions are linear combinations of compositions of operators. As a rule, the integrals converge well, and their numerical implementation, for example, by means of MATHCAD is not difficult. The solution can also be represented in the form of series in the functions of Faddeev – Papkovich (eigenfunctions of the considered boundary value problem) using the theorem of residues.

In this work, the same approach is applied to the solution of the problem for an infinite strip, glued together from strips with different modulus of elasticity. Fundamental difficulties in solving this task does not exist. However, even in the case of two strips with different modulus of elasticity, the intermediate calculations appear to be very cumbersome, and for a larger number of strips is practically not feasible. The fact that operators of the method of initial functions are represented in closed form, enables the use of symbolic mathematics of MATHCAD, not particularly worrying about the number of bonded strips and without worrying about intermediate transformations. Regardless of the number of plies, type of an entire function, standing in the denominator meromorphic function included under the sign of the integral in inverse Fourier transformation, will always be higher the type of an entire function in the numerator. Therefore, the integrals converge. They can diverge only at zero. In this case, the singularity at zero is necessary to select, as it was shown in articles [1], [2].

Keywords: heterogeneous composite strip, the method of initial functions, integral transform of Fourier.

Menshova Irina Vladimirovna

e-mail: menshovairina@yandex.ru, Candidate of Phys. & Math., Senior Researcher, Laboratory of Geodynamics, Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

Kerzhaev Alexandr Petrovich

e-mail: alex_kerg@mail.ru, Candidate of Phys. & Math., Senior Researcher, Laboratory of Geodynamics, Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

Nikitin Andrey Vital'evich

e-mail: Ligalas5@mail.ru, Candidate of Phys. & Math., lecturer of Informatics and Computer Engineering Department, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, Russia.

REFERENCES

[1] Kovalenko M. D., Menshova I. V., Kerzhaev A. P. Method of initial functions and the integral Fourier transform in the boundary value problem of elasticity theory for an infinite strip (I) // Mechanics of composite materials and structures. 2015. Vol. 21(1). P. 47–64. (in Russian).

[2] Kovalenko M. D., Menshova I. V., Kerzhaev A. P. Method of initial functions and the integral Fourier transform in the boundary value problem of elasticity theory for an infinite strip (II) // Mechanics of composite materials and structures. 2015. Vol. 21 (2). P. 237–250. (in Russian).

[3] Vlasov V. V. Method of initial functions in problems of theory of elasticity and structural mechanics. M.: Stroiizdat, 1975. 224 p. (in Russian).

[4] Kolmogorov A. N., Fomin S. V. Elements of theory of functions and functional analysis. M.: Nauka, 1976. 542 p. (in Russian).