

чае наблюдаемый номер формы не совпадает ни с одним из расчетных значений ($N > n_1 \dots n_i$). Кроме того, как отмечено выше, здесь имеет место более сложная возмущенная форма границ оболочки, которая не укладывается, даже качественно, в рамки известных асимптотик (например, [7]).

Таким образом, подтверждено, что с уменьшением относительной толщины оболочки или с ростом ее начальной скорости увеличивается число возмущений на оболочке в окружном направлении. Вопрос о том, как материальные параметры оболочки (ρ_0 , σ_s , μ) контролируют форму неустойчивого движения, требует более детального изучения, особенно в теоретическом плане. В целом надо признать справедливость утверждения из [13], что в настоящее время отсутствуют общепризнанные критерии исследованного типа неустойчивого движения оболочек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abrahamson G. R., Goodier J. N. Dynamic plastic-flow buckling of a cylindrical shell from uniform radial impulse // 4th U. S. National Congress of Applied Mechanics, Berkeley, 1962: Proc.— N. Y.: ASME, 1962.— V. 2.
2. Гудьер Дж., Макайвор П. Упругая цилиндрическая оболочка под действием радиального импульса, близкого к равномерному // Тр. Америк. о-ва инж.-мех. Прикл. механика.— 1964.— № 2.
3. Линдберг Х. Изгиб очень тонкой цилиндрической оболочки под действием импульсного давления // Там же.
4. Стуйвер В. О выучивании колец под импульсным давлением // Тр. Америк. о-ва инж.-мех. Прикл. механика.— 1965.— № 3.
5. Флоренс А. Потеря устойчивости вязкопластичными цилиндрическими оболочками при импульсном нагружении // РТК.— 1968.— № 3.
6. Иванов А. Г., Минеев В. И., Тюнькин Е. С. Импульсное схлопывание стальных цилиндрических оболочек // Изв. АН СССР. МТТ.— 1982.— № 2.
7. Сериков С. В. Об устойчивости вязкопластического кольца // ПМТФ.— 1984.— № 1.
8. Огородников В. А., Садовой А. А., Софронов В. Н., Тюнькин Е. С. Экспериментально-расчетное исследование обжатия цилиндрических оболочек взрывом с учетом диссипативных процессов // Тр. V Всесоюз. совещ. по детонации.— Красноярск, 1991.— Т. 2.
9. Иванов А. Г., Софронов В. Н., Тюнькин Е. С. Особенности осесимметричного схождения откольных слоев в стальных цилиндрических оболочках // ПМТФ.— 1984.— № 3.
10. Иванов А. Г., Кочкин Л. П., Огородников В. А., Тюнькин Е. С. Особенности разгона пластин скользящей ДВ при наличии присоединенной или сосредоточенной массы // ФГВ.— 1990.— № 5.
11. Степанов Г. В. Уругопластическое деформирование материалов под действием импульсных нагрузок // Киев: Наук. думка, 1979.
12. Malatynski M., Klepaczko J. Experimental investigation of plastic properties of lead over a wide range of strain rates // Intern. J. Mech. Sci.— 1980.— V. 22.
13. Кармишин А. В., Жуков А. И., Колосов В. Г. и др. Методы динамических расчетов и испытаний тонкостенных конструкций.— М.: Машиностроение, 1989.

г. Арзамас-16

Поступила 18/VI 1991 г.,
в окончательном варианте — 30/VI 1991 г.

УДК 539.2

Е. А. Ланкина

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТРЕЩИНЫ В СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНОМ КОМПОЗИТЕ

Рассматривается плоская задача для упругого однонаправленного композита с трещиной, растянутого на бесконечности постоянным напряжением σ . Ось y совпадает с направлением армирования. Если размеры связующего H и волокон h малы по сравнению с длиной трещины, макро-

скопическое поле вдали от трещины можно определить методами механики сплошной среды на основе интегральных уравнений теории потенциала. Решение макрозадачи в такой постановке дает бесконечный рост напряжений при подходе к краю трещины. В окрестности края трещины необходима постановка, учитывающая характерные размеры реальной структуры материала. Поэтому задачу целесообразно разбить на два этапа. На первом определяются напряжения в бесструктурном композите, т. е. изучается предельный случай «размазанной» структуры, когда $h, H \rightarrow 0$, $h/H = \text{const}$. Затем вокруг края трещины выделяется область, на границе которой в качестве краевых условий задаются найденные напряжения. На втором этапе внутренность этой области описывается уравнениями, учитывающими дискретную структуру композита, что приводит к конечным напряжениям. При этом трещина и граница выделенной области рассматриваются как совокупность разрывов волокон и расслоений связующего. С использованием условия прочности на разрыв и расслоение рассчитывается развитие трещины и находятся значения параметров, при которых трещины растут путем разрывов волокон или путем расслоения связующего.

1. Обозначим смещение i -го волокна вдоль направления армирования y через $u_i(y)$. Тогда уравнение равновесия i -го волокна внутри композита запишется как [1]

$$(1.1) \quad hH \frac{d^2 u_i}{dy^2} + \beta^2 (u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1}) = 0, \quad \beta^2 = \mu/E$$

(μ, E — модули упругости для связующего и волокна). Нормальное напряжение в волокне и касательное в связующем вычисляются по формулам

$$(1.2) \quad \sigma_i = E \frac{\partial u_i}{\partial y}, \quad \tau_i = \mu \frac{u_{i+1} - u_i}{H}.$$

Сделаем предельный переход к однородной сплошной однонаправленной среде, для чего устремим h, H к нулю, сохраняя постоянным их отношение, или, что то же самое, коэффициент армирования $h/(h+H)$. Разделив вторую центральную разность $u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1}$ в (1.1) на квадрат шага по горизонтальной координате $(H+h)^2$, получим разностный аналог второй производной по x . Умножив (1.1) на столько же и переходя к пределу, имеем

$$(1.3) \quad \frac{1}{T} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \quad T = hH/\beta^2 (H+h)^2.$$

Предельный переход во второй формуле (1.2) дает

$$(1.4) \quad \tau_{xy} = \mu \frac{\partial u}{\partial x} \frac{H+h}{H}.$$

Среднее нормальное напряжение σ_{yy} для сплошной среды получим из первого выражения (1.2), если учтем, что концентрация волокон в композите равна $h/(H+h)$:

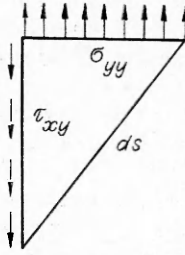
$$(1.5) \quad \sigma_{yy} = E \frac{\partial u}{\partial y} \frac{h}{H+h}.$$

Выражения (1.4), (1.5) можно рассматривать как закон Гука для армированной среды. Таким образом, уравнение (1.3) представим в обычном для механики сплошной среды виде

$$\frac{\partial}{\partial x} \tau_{xy} + \frac{\partial}{\partial y} \sigma_{yy} = 0.$$

Нагрузку зададим с помощью условия на бесконечности

$$(1.6) \quad E \frac{h}{H+h} \frac{\partial u}{\partial y} = \sigma, \quad y \rightarrow \infty.$$



Выведем краевое условие на трещине со свободными берегами. Для этого составим уравнение равновесия для малого элемента, образованного участком трещины ds и проекцией ds на оси координат (рис. 1). Поскольку берега трещины свободны от напряжений, уравнение равновесия для такого элемента в направлении оси y имеет вид

$$\tau_{xy} ds \cos(n, x) + \sigma_{yy} ds \cos(n, y) = 0$$

(n — нормаль к элементу ds). Используя (1.4), (1.5), получим

$$\mu \frac{H+h}{H} \frac{\partial u}{\partial x} \cos(n, x) + E \frac{h}{H+h} \frac{\partial u}{\partial y} \cos(n, y) = 0.$$

Представим упругое поле как сумму двух полей: однородного растяжения плоскости без трещины напряжением σ и поля напряжений вокруг трещины с нагруженными берегами. Смещения, соответствующие второй (дополнительной) задаче, обозначим тоже через u . Легко показать, что это смещение удовлетворяет уравнению (1.3), условию на бесконечности (1.6) с нулевой правой частью и условию

$$(1.7) \quad \frac{1}{T} \cos(n, x) \frac{\partial u}{\partial x} + \cos(n, y) \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\sigma}{E} \cos(n, y)$$

на обоих берегах трещины.

2. Для решения задачи (1.3), (1.7) применим метод интегральных уравнений. Если сделать замену переменной x , то приходим к уравнению Лапласа, а (1.7) превратится в производную по нормали. На основании известных свойств гармонического потенциала двойного слоя [2] можно утверждать, что смещение

$$(2.1) \quad u(x, y) = \frac{1}{\pi} \int_s \varphi(s) \frac{(x - \xi) n_1(\xi) + (y - \eta) n_2(\xi)}{r(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2} ds \quad ((\xi, \eta) \in s)$$

удовлетворяет уравнению (1.3), если (x, y) не принадлежит s и при переходе через линию интегрирования s испытывает скачок, равный $2\varphi(x, y)/\sqrt{T}$ (n_1, n_2 — компоненты нормали вдоль осей x, y). Поэтому естественно искать решение $u(x, y)$ в виде потенциала (2.1), плотность φ которого распределена вдоль линии трещины. Уравнение для нахождения φ получим, если подставим (2.1) в (1.7), считая, что точка (x, y) лежит вне трещины, и затем перейдем к пределу, устремляя (x, y) на трещину. По теореме Ляпунова [2] результат не зависит от того, с какой стороны (x, y) приближается к трещине. Для справедливости приведенных утверждений достаточно потребовать, чтобы плотность φ и направляющие косинусы нормали к трещине удовлетворяли условию Гельдера. Для решения задачи линия трещины приближенно заменялась ломаной, концы звеньев которой лежали на трещине. Неизвестная плотность φ аппроксимировалась непрерывной кусочно-линейной функцией. Искомые неизвестными являются значения плотности φ_i в центре i -го звена. Дискретизация соотношения (1.7) приводит к линейной системе уравнений для нахождения φ_i . Левая часть (1.7) (производная по конормали) превращается в конечную сумму интегралов вида (2.1) по звеньям ломаной. При составлении уравнения для i -го звена во всех интервалах, кроме i -го, допустимо дифференцирование под знаком интеграла. После дифференцирования значения плотности выносятся за интеграл по звену ломаной и интеграл вдоль звена от оставшейся подынтегральной функции числился аналитически. В результате получались внедиагональные члены системы уравнений. В i -м интервале после дифференцирования знаменатель в подынтегральном выражении обращается в нуль второго

порядка, что приводит к расходящемуся интегралу. Поэтому приходится сначала вычислять интеграл, считая, что точка (x, y) лежит на перпендикуляре к середине i -го звена, затем брать производную по нормали (1.7) и в полученном выражении совершать предельный переход к центру ломаной. Это дает диагональный член матрицы линейной системы, совпадающий с конечной частью расходящегося интеграла в смысле Адамара [3]. Полученные матричные элементы довольно громоздки и здесь не приводятся. Однако для прямолинейной трещины выражения упрощаются. Выпишем систему для горизонтальной трещины длины $2l$, $y = 0$, $-l < x < l$. Разобьем трещину на $(2N + 1)$ звеньев одинаковой длины Δs . Тогда имеем

$$(2.2) \quad \frac{1}{\pi} \sum_{j=-N}^{\tilde{N}} \frac{4}{T\Delta s} \frac{\varphi_j}{4(i-j)^2 - 1} = -\frac{\sigma}{E}.$$

Решение системы (2.2) дано в [4] (формула (3.4)). Смещение верхнего берега j -го звена трещины запишем как

$$u_j = \frac{1}{\sqrt{T}} \varphi_j = \frac{\sigma}{E} \frac{\Gamma(\tilde{N}-j+3/2) \Gamma(\tilde{N}+j+3/2)}{\Gamma(\tilde{N}-j+1) \Gamma(\tilde{N}+j+1)} \Delta s \sqrt{T}$$

(Γ — гамма-функция). Используя формулу Валлиса (см. [4])

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt{k+1/2} \Gamma(k+1/2) / \Gamma(k+1) = 1$$

и формулу понижения для гамма-функции, найдем

$$u_j \simeq \frac{\sigma}{E} \Delta s \sqrt{T} \sqrt{(\tilde{N}+1/2)^2 - j^2} \quad \text{при } \tilde{N} \rightarrow \infty.$$

Устремляя $\tilde{N} \rightarrow \infty$, $\Delta s \rightarrow 0$ при условиях $\Delta s \tilde{N} = l$, $\Delta s j = x$, получаем известное решение для прямолинейного разреза:

$$u(x) = \frac{\sigma}{E} \sqrt{T} \sqrt{l^2 - x^2}.$$

В табл. 1 сравниваются точные и приближенные значения $uE/\sigma l \sqrt{T}$ для нескольких точек на берегу трещины при разбиении линии интегрирования на 16 звеньев (в силу симметричного расположения точек относительно центра трещины в табл. 1 даны первые восемь значений смещения). Приведенный пример иллюстрирует сходимость решения алгебраической системы к решению интегрального уравнения.

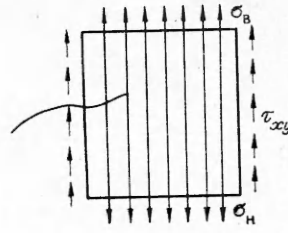
3. После решения задачи в постановке сплошной среды переходим к решению с учетом структуры. Для этого выделяем вокруг конца трещины прямоугольную область (рис. 2), границы которой достаточно удалены от конца трещины, для того чтобы напряженное состояние на них определялось из решения интегрального уравнения с достаточной точностью. После этого решаем (1.1) с краевыми условиями на границе выделенной области. Трещина теперь рассматривается как набор разрывов волокон и расслоений связующего. В [5] решение такой задачи сведено к интегрально-алгебраической системе, ядра и матрица которой построены с учетом взаимодействия элементарных дефектов структуры композита (разрывов волокон и расслоений). Здесь используется модификация этой системы, учитывающая наличие касательного напряжения на вертикальных границах выделенной области, которые считаются расслоениями связующего в безграничном композите. Учитывая ус-

Таблица 1

Номер звена	Точное решение	Численное решение
1	0,348	0,439
2	0,582	0,638
3	0,726	0,770
4	0,827	0,865
5	0,899	0,935
6	0,949	0,983
7	0,982	1,014
8	0,998	1,029

ловия на границах выделенной области, согласно [5], в j -м волокне получим смещение

$$u_j(\eta) = \sum_{m=1}^N \int_{\eta_{1m}}^{\eta_{2m}} \beta^2 G_j(\eta, \tau, j_m) \delta u_{jm}(\tau) d\tau + \\ + \sum_{k=1}^L \sigma_k V_j(\eta, \eta_k, j_k) + \sum_{n=1}^2 \int_{\eta_{1n}}^{\eta_{2n}} \tau_{xy}(\tau) K_j(\eta, \tau, j_n) d\tau + \\ + \sum_{\gamma=1}^M (S_{\gamma 1} V_j(\eta, \eta_{\gamma 1}, j_\gamma) + S_{\gamma 2} V_j(\eta, \eta_{\gamma 2}, j_\gamma)).$$



Р и с. 2

Отрезок интегрирования $[\eta_{1m}, \eta_{2m}]$ соответствует пределам расслоения связующего с номером m ;

$$G_j(\eta, \tau, j_m) = \frac{(-1)^{j+j_m+1}}{M\beta} \sum_{k=1}^M g_k \sin\left(\frac{\pi k j_m}{M}\right) \sin\left(\frac{\pi k (j-1/2)}{M}\right) \exp(-2\beta \lambda_k |\eta - \tau|) \\ (g_k = 1 (k = 1, \dots, M-1), g_M = 1/2, \lambda_k = \cos(\pi k/2M))$$

— функция из [5], отвечающая за расслоения связующего; M — общее количество волокон; N — количество расслоений; L — число разрывов;

$$\delta u_{jm} = u_{j_{m+1}} - u_{jm};$$

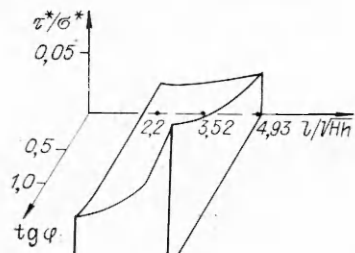
$$V_j(\eta, \eta_m, j_m) = (-1)^{j+j_m+1} \operatorname{sign}(\eta - \eta_m) \sum_{k=1}^M \frac{g_k}{M} \sin\left(\frac{\pi k (j-1/2)}{M}\right) \times \\ \times \sin\left(\frac{\pi k (j_m-1/2)}{M}\right) \exp(-2\beta \lambda_k |\eta - \eta_m|)$$

— функция из [1], описывающая разрывы волокон. Пределы изменения ординаты $[\eta_{1n}, \eta_{2n}]$ определяют вертикальный размер рассматриваемой области. Ядро

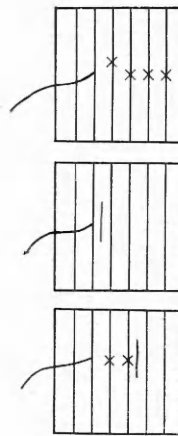
$$K_j(\eta, \tau, j_n) = \frac{1}{8\pi\beta} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\exp(-2\beta |\sin(s/2)|) - \exp(-is(j-j_n)) \exp(-2\beta |\eta - \tau| |\sin(s/2)|)}{|\sin(s/2)|} ds$$

— решение задачи о сосредоточенной силе в бесконечной среде [6]. Неизвестные системы δu_{jm} , σ_k , $S_{\gamma 1}$ и $S_{\gamma 2}$ — это интенсивности диполя сдвига при расслоении, на трещине, на горизонтальных границах. Система решалась на ЭВМ, и затем вычислялись напряжения по формулам (1.2).

4. С помощью описанного алгоритма исследовалась устойчивость трещины в композите при равномерном растяжении на бесконечности. Известно [1], что в зависимости от свойств композита трещина, перпендикулярная волокнам, может либо развиваться как трещина нормального разрыва (тогда ее развитие неустойчиво), либо породить сдвиговую трещину (устойчиво растущую). Поэтому интересно изучить такие возможности для произвольной ориентации трещин и найти параметры структуры композита, благоприятствующие расслоению связующего в кончике трещины. Для этого рассматривалась прямолинейная трещина длины $2l/\sqrt{Hh} = 2,2; 3,52; 4,92$, образующая с горизонталью угол φ ($\operatorname{tg} \varphi = 0; 0,5; 2$). Разрыв волокна происходит при выполнении условия $\sigma_j/\sigma^* = 1$ (σ_j — наибольшее напряжение в волокнах, σ^* — прочность волокна на разрыв). Расслоение наступает, если $\tau_j/\tau^* = 1$ (τ_j , τ^* — касательные напряжения, имеющие аналогичный смысл). Величины σ_j , τ_j растут пропорционально параметру нагружения σ ; поэтому тип разрушения определяется отношением $\sigma_j \tau^*/\tau_j \sigma^*$. Если оно больше 1, то раньше наступит разрыв, если меньше — расслоение. Отношение σ_j/τ_j находится из решения задачи. Для $\varphi = 0$ оно дано в [1], что позволило указать параметры композита, отделяющие область разрыва волокон от области расслоения. В настоящей работе это отношение находилось чис-



Р и с. 3



Р и с. 4

ленно. Анализ показывает, что оно зависит от параметров $\beta^2 = \mu/E, h/H, l/\sqrt{Hh}, \varphi$. Таким образом, после присоединения параметра τ^*/σ^* имеем пятимерное пространство, каждой точке которого соответствует свой тип разрушения. Так как исследование пятимерного пространства слишком громоздко, мы зафиксировали параметры $\beta^2, h/H$, взяв значения упругих постоянных из [7] и положив $h/H = 0,5$. Небольшое варьирование этих параметров показало, что результаты от них зависят очень слабо. В получившемся трехмерном пространстве $l/\sqrt{Hh}, \varphi, \tau^*/\sigma^*$ отыскивалась поверхность, отделяющая область разрывов от области расслоений. Для этого решалась серия задач при $2l/\sqrt{Hh} = 2,2; 3,52; 4,92, \text{tg } \varphi = 0; 0,5; 2$. Поскольку от растягивающего напряжения σ результат не зависит, оно взято равным 1. При определении отношения σ_f/τ_f брали решение полной задачи, т. е. к решению дополнительной задачи прибавляли поле однородного растяжения. Найденная поверхность изображена на рис. 3, а точки, по которым она построена, приведены в табл. 2. Область, лежащая над поверхностью, соответствует разрушению путем разрыва волокон, а ниже поверхности — расслоению связующего. Если рост трещины нормального разрыва происходит при малых углах φ (т. е. трещина почти перпендикулярна волокнам), то она растет беспрепятственно. Если же трещина достаточно наклонена к волокнам, то в процессе развития она пересечет поверхность на рис. 3, разделяющую два типа разрушения, и разрыв сместится устойчивым расслоением.

5. При построении рис. 3 рассматривалось лишь направление срастания трещины в первый момент разрушения и не рассчитывалось дальнейшее развитие трещины. Суждение о нем производилось на уровне правдоподобных заключений. Кроме того, возможно искажение результатов за счет случайных вариаций прочности компонентов. Ниже описываются численные эксперименты, позволяющие судить о развитии трещины в композите со случайной прочностью. Допустим, что прочности не постоянны, а равномерно распределены около среднего значения с разбросом 5%. Эта ситуация моделировалась следующим образом. Обходя всю расчетную область композита с постоянным шагом 0,4, задаем прочности в точках получающейся сетки по формулам $\sigma^*(0,95 + 0,1a), \tau^*(0,95 + 0,1b)$ (a, b — случайные числа, равномерно распределенные в интервале (0,1), выдаваемые генератором случайных чисел ЭВМ). При определении типа разрушения использовались именно эти локальные значения прочностей. Тогда точка на рис. 3 определяет тип разрушения

Т а б л и ц а 2

tg φ	l/\sqrt{Hh}		
	2,2	3,52	4,92
	τ_k/σ_k^*		
0	0,0240	0,0244	0,0249
0,5	0,0259	0,0267	0,0278
2	0,0331	0,0473	0,1190

Т а б л и ц а 3

tg φ	l/\sqrt{Hh}		
	2,2	3,52	4,92
	Вероятность расслоения, %		
0	50	60	60
0,5	60	60	80
2	80	100	80

однозначно лишь на достаточном удалении от поверхности раздела областей. Вблизи же поверхности тип разрушения определяется лишь с некоторой вероятностью, так как за счет случайной флуктуации отношения прочностей точка может переходить с одной стороны поверхности на другую. Поскольку относительный разброс прочностей мал ($\pm 5\%$), отношение прочностей распределено почти симметрично относительно τ^*/σ^* . Поэтому, казалось бы, случаи расслоения и нормального разрыва должны быть равновероятны. Однако счет показал преобладание расслоения особенно в области больших углов и длин. Результаты представлены в табл. 3. Вероятность рассчитывалась по 10 испытаниям, причем глубина движения трещины составляла пять волокон. При каждом продвижении трещины учитывалось изменение геометрии задачи и напряженное состояние пересчитывалось заново. На рис. 4 приведены типичные возможности развития трещины.

Преобладание расслоений можно объяснить следующим образом. Первый акт разрушения может быть с равной вероятностью разрывом или расслоением. Однако дальше симметрия нарушается. Возникновение расслоения очень сильно снижает концентрацию нормальных напряжений в волокнах и делает дальнейшие разрывы маловероятными. Если же произошел разрыв волокна, то это не мешает появиться расслоению на следующем шаге за счет случайной вариации прочности. Кроме того, благодаря подрастанию трещины возможен переход изображающей точки через поверхность раздела в область расслоения, вследствие чего дальнейшие разрывы становятся менее вероятными.

Таким образом, разброс прочностных свойств элементов композита может способствовать стабилизации трещин и тем самым повышению несущей способности изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов А. М. О разрушении однонаправленного стеклопластика // Изв. АН СССР. МТТ.— 1973.— № 5.
2. Гюнтер Н. М. Теория потенциала и ее применение к основным задачам математической физики.— М.: Гостехиздат, 1953.
3. Адамар Ж. Задача Коши для линейных уравнений с частными производными гиперболического типа.— М.: Наука, 1978.
4. Градштейн И. С., Рыжик И. М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений.— М.: Физматгиз, 1963.
5. Колпаков А. Г. Концентрация напряжений в конструкции из однонаправленного композита // ПМТФ.— 1982.— № 2.
6. Ланкина Е. А., Михайлов А. М. Фундаментальные решения теории однонаправленного композита.— Новосибирск, 1991.— Деп. в ВИНТИ 30.05.91, № 2953.
7. Чамис К. Микромеханические теории прочности // Композитные материалы. Разрушение и усталость.— М.: Мир, 1978.— Т. 5.

г. Комсомольск-на-Амуре

Поступила 18/IX 1991 г.

УДК 539.219.1

Л. Ф. Колкер, Г. Н. Миренкова, Э. Г. Соснина

ЗАВИСИМОСТЬ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ТРЕЩИНЫ ОТ АНИЗОТРОПИИ СРЕДЫ

Решается пространственная задача о влиянии анизотропии на концентрацию напряжений на поверхности узкой трещины в ортотропной и трансверсально-изотропной упругих средах во внешнем однородном поле. Под узкой трещиной понимается эллипсоидальная полость, характеризующаяся двумя малыми (но конечными) параметрами. Получены явные