

ВЛИЯНИЕ АНИЗОТРОПИИ МАТЕРИАЛА НА ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРТОТРОПНОЙ ПЛАСТИНЫ, ОСЛАБЛЕННОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ КОЛЛИНЕАРНЫХ ТРЕЩИН

На основании модифицированной модели Дагдейла проведено исследование влияния анизотропии материала, в частности, различия пределов прочности при растяжении и сжатии, на предельное состояние ортотропной пластины, ослабленной периодической системой коллинеарных трещин, в условиях двухосности внешнего нагружения. В качестве критерия прочности материала рассмотрен критерий Хоффмана. Получены диаграммы прочности ортотропной пластины с трещиной для различных параметров прочности и трещиностойкости.

Введение. В последние годы в механике разрушения получил развитие двухуровневый подход, согласно которому на макроуровне, в большей части тела с трещиной, применяются методы механики сплошной среды, а на втором уровне, в зонах предразрушения вблизи фронта трещины, в которых произошло частичное разрушение материала, исследование процесса разрушения проводится с помощью специфического моделирования физических особенностей конкретных материалов. Такой подход в настоящее время называют мезомеханикой разрушения [3, 13]. Методы мезомеханики разрушения позволяют изучать процессы разрушения разнообразных естественных и искусственных материалов, таких как горные породы, древесина, бетоны, керамика, полимеры, композиты и др. Особый интерес у исследователей вызывает изучение разрушения анизотропных материалов [10–12, 14, 16].

Как показывают эксперименты, во многих случаях зоны предразрушения в тонких пластинах представляют собой узкие клинообразные области на продолжении трещин из несплошного полуразрушенного материала [5, 15]. Основываясь на этих экспериментальных данных, в работе [6] предложена модель зоны предразрушения, которая аналогично модели Леонова – Панасюка – Дагдейла рассматривает зону предразрушения в виде разреза, к берегам которого приложены самоуравновешенные сжимающие напряжения. Однако, в отличие от последней, параметры предложенной в [6] модели определяются на основе выполнения критерия прочности материала в зоне предразрушения, что позволяет учитывать влияние усилий, действующих вдоль плоскости расположения трещины, поскольку этого нельзя достичь, применяя модель Леонова – Панасюка – Дагдейла. На основании этой модели в [1] получено решение задачи о периодической системе коллинеарных трещин в ортотропной пластине, находящейся под действием двухосного внешнего нагружения.

В настоящей статье на основе полученного в [1, 9] общего решения и критерия прочности Хоффмана [2] исследуется влияние анизотропии материала (различие модулей упругости вдоль осей ортотропии и пределов прочности при растяжении и сжатии) на предельное состояние тонкой ортотропной пластины, ослабленной периодической системой коллинеарных трещин, в условиях двухосного внешнего нагружения.

Модель трещины в ортотропном материале. Рассмотрим бесконечную тонкую ортотропную пластину, ослабленную периодической системой трещин (разрезов) длины 2ℓ , расположенных вдоль действительной оси Ox , с центрами в точках $x_n = \pm 2nD$, $y = 0$. Оси ортотропии материала параллельны осям Ox и Oy . Берега разрезов свободны от нагрузки, а на бесконечности пластина подвергается действию однородного двухосного нагру-

жения

$$\sigma_y = p > 0, \quad \sigma_x = q, \quad \tau_{xy} = 0, \quad z \rightarrow \infty, \quad z = x + iy.$$

Предположим, что материал пластины удовлетворяет условию прочности общего вида:

$$F(\sigma_1, \sigma_2, C_i) = 0, \quad (1)$$

где C_i – постоянные материала, определяемые экспериментально, σ_1, σ_2 – главные напряжения.

Заметим, что, если материал является ортотропным и трещина расположена вдоль одной из осей ортотропии, то зоны предразрушения, возникающие вблизи вершин трещин под действием внешнего нагружения, представляют собой узкие клиновидные области на продолжении линии расположения трещины, которые моделируются отрезками длины d . Заменяем эти отрезки дополнительными разрезами длиной d , приложив к их берегам нормальные сжимающие напряжения σ_y^0 , не зависящие от координат. Будем полагать, что компоненты тензора напряжений в зонах предразрушения удовлетворяют критерию прочности (1) и условию непрерывности на фронте трещины и имеют конечное значение во всей области. Вследствие симметрии задачи направления x, y являются главными и, следовательно, напряжения σ_x^0, σ_y^0 в зонах предразрушения удовлетворяют условию прочности (1). Предполагается также, что уровень внешнего нагружения $\sigma_x^\infty = q$ при сжатии не достигает критического значения, вызывающего локальную потерю устойчивости в окрестности трещины [4]. Экспериментальное обоснование предложенной модели дано в работе [6].

Таким образом, получаем краевую задачу о напряженно-деформированном состоянии ортотропной пластины с разрезами длиной $2L = 2(\ell + d)$, находящейся под действием двухосного нагружения на бесконечности, при следующих граничных условиях:

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \begin{cases} 0, & |x - x_n| < \ell, \\ \sigma_y^0, & \ell \leq |x - x_n| \leq L = \ell + d, \end{cases} & y = 0, \\ F(\sigma_x^0, \sigma_y^0, C_i) &= 0, \quad \ell \leq |x - x_n| \leq L, & y = 0, \\ \tau_{xy} &= 0, \quad -\infty < x < \infty, & y = 0, \\ \sigma_x &= q, \quad \sigma_y = p, \quad \tau_{xy} = 0, & |x + iy| \rightarrow \infty, \\ v &= 0, \quad |x - x_n| \geq L, & y = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Основные параметры задачи. Напряженно-деформированное состояние ортотропной среды при плоском напряженном состоянии определяется двумя комплексными потенциалами $\omega_1(z_1), \omega_2(z_2)$ [7], где $z_1 = x + S_1 y$, $z_2 = x + S_2 y$, $S_1, S_2, \bar{S}_1, \bar{S}_2$ – корни характеристического уравнения

$$a_{11}S^4 + (2a_{12} + a_{66})S^2 + a_{22} = 0.$$

Заметим, что для большинства ортотропных материалов, оси симметрии упругих свойств которых совпадают с осями координат, S_1 и S_2 – чисто мнимые величины [5]

$$S_1 = i\beta_1, \quad S_2 = i\beta_2, \quad \beta_1, \beta_2 \in \mathbb{R}.$$

С помощью преобразования

$$w = \sin \frac{\pi z}{2D}$$

перейдем от плоскости $z = x + iy$ на параметрическую плоскость $w = \tilde{x} + i\tilde{y}$, при этом внешность периодической системы разрезов плоскости z перейдет на бесконечнолистную риманову поверхность с одним разрезом $\left(-\sin \frac{\pi L}{2D}, \sin \frac{\pi L}{2D}\right)$.

Используя выражения для комплексных потенциалов, полученные в [6] для плоскости с одним разрезом, получаем выражения для комплексных потенциалов в рассматриваемой задаче (2)

$$\begin{aligned} \omega_1(w_1) = & -\frac{1}{\beta_1 - \beta_2} \left\{ i \frac{\beta_2 \sigma_y^0 w_1}{\pi \sqrt{\tilde{L}^2 - w_1^2}} \arccos \frac{\tilde{\ell}}{\tilde{L}} - i \frac{\beta_2 p w_1}{2 \sqrt{\tilde{L}^2 - w_1^2}} + \right. \\ & + \frac{\beta_2 \sigma_y^0}{2\pi i} \ln \frac{\tilde{L}^2 - w_1 \tilde{\ell} + \sqrt{(\tilde{L}^2 - \tilde{\ell}^2)(\tilde{L}^2 - w_1^2)}}{\tilde{L}^2 + w_1 \tilde{\ell} + \sqrt{(\tilde{L}^2 - \tilde{\ell}^2)(\tilde{L}^2 - w_1^2)}} + \\ & \left. + \frac{\beta_2 \sigma_y^0}{2\pi i} \ln \frac{\tilde{\ell} + w_1}{\tilde{\ell} - w_1} - |M_2| \right\}, \\ \omega_2(w_2) = & \frac{1}{\beta_1 - \beta_2} \left\{ i \frac{\beta_1 \sigma_y^0 w_2}{\pi \sqrt{\tilde{L}^2 - w_2^2}} \arccos \frac{\tilde{\ell}}{\tilde{L}} - i \frac{\beta_1 p w_2}{2 \sqrt{\tilde{L}^2 - w_2^2}} + \right. \\ & + \frac{\beta_1 \sigma_y^0}{2\pi i} \ln \frac{\tilde{L}^2 - w_2 \tilde{\ell} + \sqrt{(\tilde{L}^2 - \tilde{\ell}^2)(\tilde{L}^2 - w_2^2)}}{\tilde{L}^2 + w_2 \tilde{\ell} + \sqrt{(\tilde{L}^2 - \tilde{\ell}^2)(\tilde{L}^2 - w_2^2)}} + \\ & \left. + \frac{\beta_1 \sigma_y^0}{2\pi i} \ln \frac{\tilde{\ell} + w_2}{\tilde{\ell} - w_2} - |M_2| \right\}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $w_1 = \tilde{x} + i\beta_1 \tilde{y}$, $w_2 = \tilde{x} + i\beta_2 \tilde{y}$, $\tilde{\ell} = \sin \frac{\pi \ell}{2D}$, $\tilde{L} = \sin \frac{\pi L}{2D}$, $|M_2| = \frac{\beta_1 \beta_2 p - q}{2(\beta_1 + \beta_2)}$.

Очевидно, что, поскольку напряжения линейно выражаются через комплексные потенциалы $\omega_1(w_1)$ и $\omega_2(w_2)$ [8], необходимым условием ограниченности напряжений во всей плоскости и, следовательно, при $|\tilde{x}| = \tilde{L}$, $\tilde{y} = 0$ (что эквивалентно $|x - x_n| = L$, $y = 0$), является условие

$$\frac{\sin \frac{\pi \ell}{2D}}{\sin \frac{\pi L}{2D}} = \cos \frac{\pi p}{2\sigma_y^0}, \quad (4)$$

которое позволяет определить размер зон предразрушения в зависимости от параметров нагружения (p, q) и геометрии задачи (ℓ, D) .

Напряжения в зоне предразрушения определяются из решения замкнутой системы двух алгебраических уравнений

$$\begin{aligned} \sigma_x^0 &= \beta(\sigma_y^0 - p) + q, \\ F(\sigma_x^0, \sigma_y^0, C_i) &= 0, \end{aligned} \quad (5)$$

где $\beta = \sqrt{E_1/E_2}$, E_1, E_2 – модули упругости вдоль осей ортотропии.

Очевидно, что, независимо от вида критерия прочности (1), напряжения в зоне предразрушения, а, следовательно, и все остальные характеристики, будут зависеть от соотношения модулей упругости E_1/E_2 .

Раскрытие в вершине трещины, согласно [1], имеет вид

$$\delta(x) = \frac{2T_0\sigma_y^0\ell}{\pi} \frac{\sin\alpha}{\alpha} \times \int_{\omega}^{\sec\rho} \ln\left(\frac{1 + \xi \cos^2\rho + \sin\rho\sqrt{1 - \xi^2 \cos^2\rho}}{1 - \xi \cos^2\rho + \sin\rho\sqrt{1 - \xi^2 \cos^2\rho}} \frac{\xi - 1}{\xi + 1}\right) \frac{d\xi}{\sqrt{1 - \xi^2 \sin^2\alpha}}, \quad (6)$$

где

$$T_0 = \frac{1}{\sqrt{E_1 E_2}} \sqrt{2\left(\sqrt{\frac{E_1}{E_2}} - \nu_{12}\right) + \frac{E_1}{G_{12}}},$$

$$\rho = \frac{\pi p}{2\sigma_y^0}, \quad \alpha = \sin\frac{\pi\ell}{2D}, \quad \omega = \frac{\sin\frac{\pi x}{2D}}{\sin\alpha}.$$

Предельное состояние пластины. Если в качестве критерия разрушения выбрать критерий критического раскрытия трещины, то страгивание трещины произойдет, когда раскрытие в вершине трещины достигнет некоторого предельного значения δ_c :

$$\delta(\ell) = \delta_c. \quad (7)$$

Тогда на основании (6) поле предельных нагрузок (p_* , q_*) определяется соотношением

$$\frac{2T_0\sigma_y^0\ell}{\pi} \frac{\sin\alpha}{\alpha} \times \int_{\omega}^{\sec\rho_*} \ln\left(\frac{1 + \xi \cos^2\rho_* + \sin\rho_*\sqrt{1 - \xi^2 \cos^2\rho_*}}{1 - \xi \cos^2\rho_* + \sin\rho_*\sqrt{1 - \xi^2 \cos^2\rho_*}} \frac{\xi - 1}{\xi + 1}\right) \frac{d\xi}{\sqrt{1 - \xi^2 \sin^2\alpha}} = \delta_c, \quad (8)$$

где $\rho_* = \frac{\pi p_*}{2\sigma_y^0(p_*, q_*)}$, а $\sigma_y^0(p_*, q_*)$ определяется из решения системы уравне-

ний (5) при $p = p_*$, $q = q_*$.

Если пластина с одной трещиной подвергнута одноосному растяжению ($q = 0$), то ее предельное состояние определяется следующим образом [6]

$$\frac{4T_0\sigma_y^0(p_*^{(1)}, 0)}{\pi} \ell \cdot \ln \sec \frac{\pi p_*^{(1)}}{2\sigma_y^0(p_*^{(1)}, 0)} = \delta_c, \quad (9)$$

где $p_*^{(1)}$ – предельная нагрузка при одноосном нагружении пластины с одной трещиной.

Сравнивая (8) и (9), получаем

$$\sigma_y^0(p_*, q_*) \frac{\sin\alpha}{\alpha} \int_1^{\sec\rho_*} \ln\left(\frac{1 + \xi \cos^2\rho_* + \sin\rho_*\sqrt{1 - \xi^2 \cos^2\rho_*}}{1 - \xi \cos^2\rho_* + \sin\rho_*\sqrt{1 - \xi^2 \cos^2\rho_*}} \frac{\xi - 1}{\xi + 1}\right) \times \frac{d\xi}{\sqrt{1 - \xi^2 \sin^2\alpha}} = 2\sigma_y^0(p_*^{(1)}, 0) \ln \sec \frac{\pi p_*^{(1)}}{2\sigma_y^0(p_*^{(1)}, 0)}. \quad (10)$$

Соотношение (10) определяет поле предельных нагрузок (p_*, q_*) в зависимости от предельной нагрузки при одноосном растяжении. Изменение $p_*^{(1)}$ от нуля до предела прочности материала в направлении y соответствует изменению длины трещины от бесконечности до нуля, т.е. охватывает весь диапазон изменения длины трещины.

Поскольку в определяющие соотношения (8), (10) входят напряжения σ_y^0 , зависящие от постоянных, характеризующих механические свойства материала, то очевидно, что предельное состояние пластины также будет зависеть от этих постоянных.

Однако необходимо заметить, что предельное состояние плоскости, ослабленной системой трещин, не всегда определяется критериями разрушения типа (7). Если внешняя нагрузка такова, что выполняется условие $d = D - \ell$, происходит слияние зон предразрушения двух соседних трещин, что также можно считать условием предельного состояния. С учетом (4) это условие принимает вид

$$\frac{D}{\ell} = \frac{\pi}{2 \arcsin\left(\cos \frac{\pi p}{2\sigma_y^0}\right)}. \quad (11)$$

Соотношение (11) определяет расстояние между трещинами, при котором при данной нагрузке произойдет слияние зон предразрушения двух соседних трещин.

Критерий прочности Хоффмана. Рассмотрим в качестве критерия прочности критерий Хоффмана [2], который является обобщением критерия Мизеса – Хилла, учитывающим различие сопротивления однонаправленных композитных материалов растяжению и сжатию. Для плоского напряженного состояния этот критерий имеет вид

$$\frac{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2}{\sigma_1^c\sigma_1^p} + \frac{\sigma_2^2}{\sigma_2^c\sigma_2^p} + \frac{\sigma_1^c - \sigma_1^p}{\sigma_1^c\sigma_1^p}\sigma_1 + \frac{\sigma_2^c - \sigma_2^p}{\sigma_2^c\sigma_2^p}\sigma_2 + \frac{\tau_{12}^2}{\tau_0^2} = 1, \quad (12)$$

где σ_1^p, σ_2^p – пределы прочности материала при растяжении вдоль осей Ox, Oy ; σ_1^c, σ_2^c – пределы прочности материала при сжатии вдоль осей Ox, Oy ; τ_0 – предел прочности при сдвиге по главным направлениям.

Решая систему уравнений (5) с учетом (12), находим компоненты напряжений в зоне предразрушения σ_x^0, σ_y^0 .

На рис. 1а приведены предельные кривые разрушения, полученные на основании (10) (сплошные кривые) и кривые слияния зон предразрушения полученные на основании (11) (штриховые кривые), для $\beta = 0.1, \beta = 0.5$ и $\beta = 0.9$ при $p_*^{(0)}/\sigma_2^p = 0.5$, а также предельная кривая прочности для бездефектного материала (12) при $\sigma_1^p/\sigma_2^p = 0.8, \sigma_1^c/\sigma_2^p = 0.4, \sigma_2^c/\sigma_2^p = 0.5$ (штрихпунктирная кривая). Все вычисления выполнены при $D/\ell = 5$.

На рис. 1б показаны зависимости предельной нагрузки p_*/σ_2^p от отношения модулей упругости E_1/E_2 для $q/\sigma_2^p = 0.5$ и $q/\sigma_2^p = -0.2$ для материала с теми же пределами прочности. Как видно из полученных результатов, увеличение степени анизотропии материала по модулям упругости приводит к снижению предельной нагрузки p , действующей перпендикулярно линии расположения трещин, в области растягивающих нагрузок q , действующих вдоль линии расположения трещины, и к росту предельной нагрузки p в области сжимающих нагрузок q .

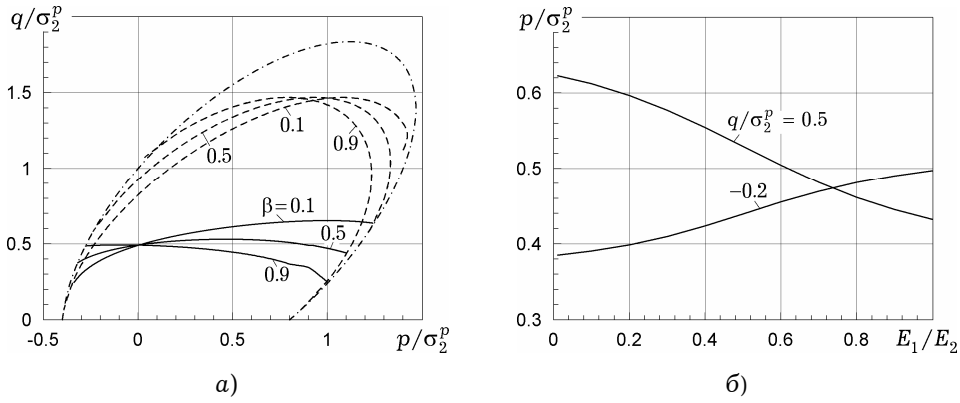


Рис. 1

На рис. 2 приведены предельные кривые разрушения, полученные на основании (10) (сплошные кривые), кривые слияния зон предразрушения, полученные на основании (11) (штриховые кривые), и соответствующие предельные кривые прочности (12) для бездефектного материала (штрих-пунктирные кривые) для значений $\sigma_1^c/\sigma_1^p = 0.5, 1.0, 2.0$ при $\beta = 0.5$, $p_*^{(0)}/\sigma_2^p = 0.5$, $\sigma_1^p/\sigma_2^p = 1.0$.

На рис. 3 приведены предельные кривые разрушения, полученные на основании (10) (сплошные кривые), кривые слияния зон предразрушения, полученные на основании (11) (штриховые кривые), и соответствующие предельные кривые прочности (12) для бездефектного материала (штрих-пунктирные кривые) для $\sigma_2^c/\sigma_2^p = 0.5, 1.0, 2.0$ при $\beta = 0.5$, $p_*^{(0)}/\sigma_2^p = 0.5$, $\sigma_1^c/\sigma_1^p = 1.0$.

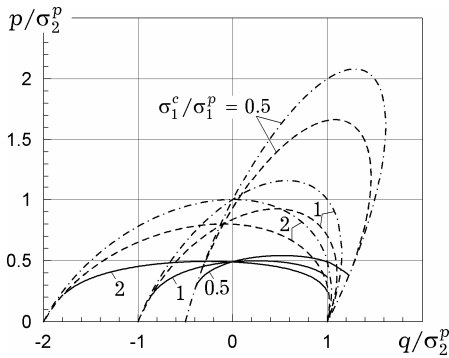


Рис. 2

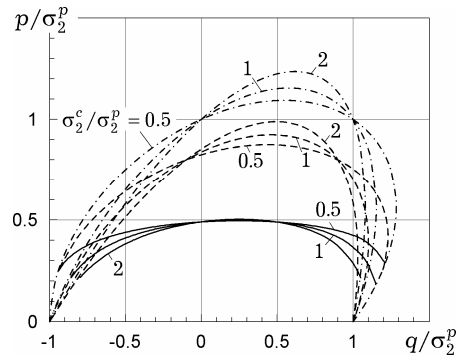


Рис. 3

На рис. 4 приведены зависимости безразмерной предельной нагрузки p_*/σ_2^p от соотношения σ_2^c/σ_2^p пределов прочности при сжатии и растяжении вдоль оси ортотропии Oy для различных значений нагрузки, действующей вдоль линии расположения трещины: $q/\sigma_2^p = -0.8, -0.5, -0.1, 0.1, 0.5, 0.8$ при $\sigma_1^p/\sigma_2^p = 1.0$.

На рис. 5 приведены зависимости безразмерной предельной нагрузки p_*/σ_2^p от соотношения пределов σ_1^c/σ_2^p прочности при сжатии вдоль оси ортотропии Ox и растяжении вдоль оси ортотропии Oy для различных значений нагрузки, действующей вдоль линии расположения трещины: $q/\sigma_2^p = -0.8, -0.5, -0.1, 0.1, 0.5, 0.8$ при $\sigma_1^p/\sigma_2^p = 1.0$.

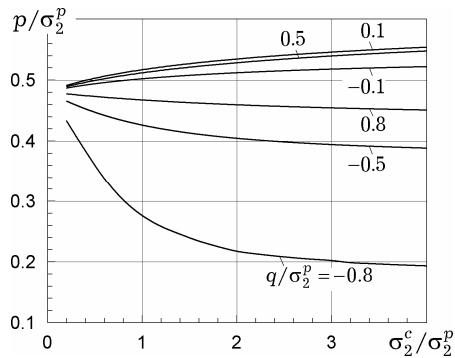


Рис. 4

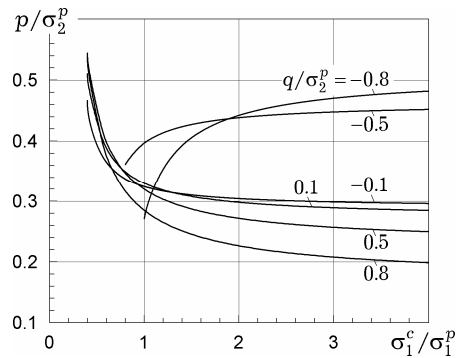


Рис. 5

Как следует из приведенных результатов, различие пределов прочности материала при растяжении и сжатии по каждому направлению оказывает существенное влияние на предельное состояние ортотропной пластины, ослабленной периодической системой коллинеарных трещин.

1. Богданова О. С., Каминский А. А. О характере разрушения ортотропной пластины с периодической системой коллинеарных трещин при двухосном нагружении // Доп. НАН України. – 2006. – № 11. – С. 36–41.
2. Гольденблат И. И., Копнов В. А. Критерии прочности и пластичности конструкционных материалов. – Москва: Машиностроение, 1968. – 191 с.
3. Гузь А. Н. Об одной двухуровневой модели мезомеханики разрушения композитов с трещинами при сжатии // Прикл. механика. – 2003. – **39**, № 3. – С. 27–44.
То же: Guz A. N. On one two-level model in the mesomechanics of compression fracture of cracked composites // Int. Appl. Mech. – 2003. – **39**, No. 3. – P. 271–285.
4. Гузь А. Н., Дышель М. Ш., Назаренко В. М. Разрушение и устойчивость материалов с трещинами. – Киев: Наук. думка, 1992. – 456 с. – (Неклассические проблемы механики разрушения / Под общ. ред. А. Н. Гузя: В 4 т. – Т. 4: В 2 кн.; Кн. 1.)
5. Каминский А. А. Анализ закономерностей докритического стабильного роста трещин в полимерных материалах на основе моделей мезомеханики разрушения. Теория – эксперимент // Прикл. механика. – 2004. – **40**, № 8. – С. 3–25.
То же: Kaminskiy A. A. Analyzing the laws of stable subcritical growth of cracks in polymeric materials on the basis of fracture mesomechanics models. Theory and experiment // Int. Appl. Mech. – 2004. – **40**, No. 8. – P. 271–285.
6. Каминский А. А., Богданова О. С. Моделирование процесса разрушения ортотропных материалов при двухосном нагружении // Прикл. механика. – 1996. – **32**, № 10. – С. 81–87.
То же: Kaminskiy A. A., Bogdanova O. S. Modeling the failure of orthotropic materials subject to biaxial loading // Int. Appl. Mech. – 1996. – **32**, No. 10. – P. 813–819.
7. Лехницкий С. Г. Теория упругости анизотропного тела. – Москва: Гостехиздат, 1950. – 299 с.
8. Савин Г. Н. Распределение напряжений около отверстий. – Киев: Наук. думка, 1968. – 891 с.
9. Bogdanova O. S. Limiting state of an elastoplastic orthotropic plate with a periodic system of collinear cracks // Int. Appl. Mech. – 2007. – **43**, No. 5. – P. 539–546.
То же: Богданова О. С. О предельном состоянии упруго-пластической ортотропной пластины, ослабленной периодической системой коллинеарных трещин // Прикл. механика. – 2007. – **43**, № 5. – С. 80–88.
10. Das S., Mukhopadhyay S., Prasad R. Stress intensity factor of an edge crack in bonded orthotropic materials // Int. J. Fract. – 2011. – **168**, No. 1. – P. 117–123.
11. Kaminsky A. A., Kurchakov E. E., Gavrilov G. V. Influence of tension along a crack on the plastic zone in an anisotropic body // Int. Appl. Mech. – 2010. – **46**, No. 6. – P. 634–648.
То же: Каминский А. А., Курчаков Е. Е., Гаврилов Г. В. О влиянии растягивающей вдоль трещины нагрузки на формирование зоны пластичности в анизотропном теле // Прикл. механика. – 2010. – **46**, № 6. – С. 27–42.

12. *Sadowskia T., Marsavina L., Peridec N., Craciunc E.-M.* Cracks propagation and interaction in an orthotropic elastic material: Analytical and numerical methods // *Comput. Mater. Sci.* – 2009. – **46**, No. 3. – P. 687–693.
13. *Sih G. C., Liu B.* Mesofracture mechanics: a necessary link // *Theor. & Appl. Fract. Mech.* – 2001. – **37**. – P. 371–395.
14. *Wu Chunhui, Mantell S. C., Davidson J. H.* Mixed-mode subcritical crack growth in orthotropic polymers // *Polymer Eng. & Sci.* – 2008. – **48**, No. 11. – P. 2216–2223.
15. *Wu E. M.* Strength and fracture of composites // In: *Fracture and Fatigue.* – Vol. 5 / Ed. L. J. Broutman. – New York: Acad. Press, 1974. – P. 206–266.
16. *Yangi Yin-Huan.* The non-local theory solution of orthotropic composite materials on the stress field near the crack tips // *J. Solid Mech. and Mater. Eng.* – 2009. – **3**, No. 9. – P. 1081–1089.

**ВПЛИВ АНІЗОТРОПІЇ МАТЕРІАЛУ НА ГРАНИЧНИЙ
СТАН ОРТОТРОПНОЇ ПЛАСТИНИ, ПОСЛАБЛЕНОЇ ПЕРІОДИЧНОЮ
СИСТЕМОЮ КОЛІНЕАРНИХ ТРІЩИН**

На основі модифікованої моделі Дагдейла проведено дослідження впливу анізотропії матеріалу, зокрема, різниці меж міцності при розтягу та стиску, на граничний стан ортотропної пластини, ослабленої періодичною системою колінеарних тріщин, в умовах зовнішнього двовісного навантаження. За критерій міцності матеріалу вибрано критерій Гоффмана. Отримано діаграми міцності ортотропної пластини з тріщиною для різних параметрів міцності та тріщиностійкості.

**INFLUENCE OF MATERIAL ANISOTROPY ON LIMITING
STATE OF ORTHOTROPIC PLATE WEAKENED BY PERIODIC
SYSTEM OF COLLINEAR CRACKS**

On the base of modified Dugdale crack model the influence of material anisotropy (in particular difference between strength limits at tension and compression) on the limiting state of orthotropic plate weakened by periodic system of collinear cracks under external biaxial loading is considered. As a strength criterion of material the Hoffman criterion is considered. The strength diagrams for orthotropic plate with a crack for various parameters of strength and fracture toughness are obtained.

Ин-т механики им. С. П. Тимошенко
НАН Украины, Киев

Получено
23.04.10