

Таким образом, применение прочностного анализа методом конечных элементов наиболее эффективно в случае анализа сложных конструкций, решение которых классическим методом может оказаться весьма трудоемким.

Литература

1. Александров, А. В. Сопротивление материалов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин. – М. : Высш. шк., 2003. – 560 с.

УДК 548.24

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ У КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОЛОСЫ СДВИГА ТИПА ЧЕШУЙЧАТОГО НАВАЛА, НАХОДЯЩЕГОСЯ У ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СТЕКЛА, В СИСТЕМЕ «ПОЛОСА СДВИГА – ТРЕЩИНА»

А. А. Рюмцев, О. М. Остриков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь»

Предложена методика расчета полей напряжений у криволинейной полосы сдвига типа чешуйчатого навала, находящегося у поверхности металлического стекла, в системе «полоса сдвига – трещина», а также приведен анализ полей напряжений при различных закономерностях распределения плотностей квазидислокаций.

Ключевые слова: металлическое стекло, полоса сдвига, чешуйчатый навал, трещина, квазидислокация.

METHOD OF CALCULATION OF STRAINED FIELDS NEAR A CURVILINEAR SHEAR BAND OF THE TYPE OF A SCALE BUCKLE LOCATED NEAR THE SURFACE OF METALLIC GLASS IN THE “SHEAR BAND – CRACK” SYSTEM

A. A. Rumtsau, O. M. Ostrikov

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The article proposes a method for calculating stress fields near a curvilinear shear band such as a scaly pile located near the surface of metallic glass in the “shear band – crack” system, and also provides an analysis of stress fields for various methods of distribution of quasi-dislocation densities.

Keywords: metallic glass, shear band, scaly heap, crack, quasi-dislocation.

Цель работы состояла в формировании методики определения и расчета напряжений в металлическом стекле в системе «полоса сдвига – трещина» при отсутствии воздействия на систему внешней нагрузки.

Согласно [1], напряжения $\sigma_{ij}^{(0)}(x, y)$ в теле металлического стекла возникают от самой полосы сдвига в отсутствии приложенной извне нагрузки. Методика расчета данных напряжений была описана в [1]. Основой методики является использование математического моделирования дислокационных процессов для описания деформирования аморфных материалов [1].

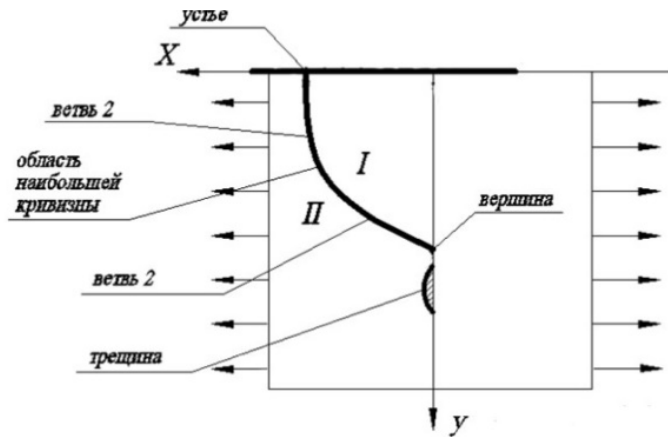


Рис. 1. Схематическое изображение системы «полоса сдвига – трещина» при расположении полосы сдвига у поверхности металлического стекла

Для микротрещины нормального отрыва с модулем вектора Бюргера $b_{кр}^{тр}$ каждой дислокации, который будет параллелен осям OY и OY_1 , распределение напряжений находим с помощью соотношений (1)–(3) [2], [3]

$$\sigma_{xx}^{тр}(x, y) = \frac{\mu b_{кр}^{тр}}{2\pi(1-\nu)} \int_0^{L_{тр}} \rho(\xi) \cdot \left[\frac{(x-B) \left[3((y-\xi)-A)^2 + (x-B)^2 \right]}{\left[((y-\xi)-A)^2 + (x-B)^2 \right]^2} \right] d\xi; \quad (1)$$

$$\sigma_{yy}^{тр}(x, y) = \frac{\mu b_{кр}^{тр}}{2\pi(1-\nu)} \int_0^{L_{тр}} \rho(\xi) \cdot \left[\frac{(x-B) \left[((y-\xi)-A)^2 + (x-B)^2 \right]}{\left[((y-\xi)-A)^2 + (x-B)^2 \right]^2} \right] d\xi; \quad (2)$$

$$\sigma_{xy}^{тр}(x, y) = \frac{\mu b_{кр}^{тр}}{2\pi(1-\nu)} \int_0^{L_{тр}} \rho(\xi) \cdot \left[\frac{((y-\xi)-A) \left[((y-\xi)-A)^2 - (x-B)^2 \right]}{\left[((y-\xi)-A)^2 + (x-B)^2 \right]^2} \right] d\xi, \quad (3)$$

где μ – модуль сдвига; $L_{тр}$ – длина трещины; ν – коэффициент Пуассона; A и B – проекции на оси OY и OX , позволяющие регулировать положение трещины относительно вершины полосы сдвига.

Суммарные напряжения в металлическом стекле в системе «полоса сдвига – трещина» будут определяться по выражению

$$\sigma_{ij}(x, y) = \sigma_{ij}^{тр}(x, y) + \sigma_{ij}^{(0)}(x, y). \quad (4)$$

Рассмотрим три случая распределения плотности квазидислокаций $\rho(\xi)$. Пусть в первом случае плотность квазидислокаций описывается функцией

$$\rho(\xi) = 10^6. \quad (5)$$

Во втором случае закон распределения квазидислокаций носит нелинейный характер и описывается функцией

$$\rho(\xi) = A_1 \xi^2 + B_1 \xi + C_1, \quad (6)$$

где A_1 , B_1 , и C_1 – эмпирические коэффициенты.

В третьем случае закон распределения квазидислокаций носит синусоидный характер:

$$\rho(\xi) = (\sin(A_2 \xi) B_2) C_2, \quad (7)$$

где A_2 , B_2 и C_2 – эмпирические коэффициенты.

В результате расчетов получили картины полей напряжений (рис. 2–4).

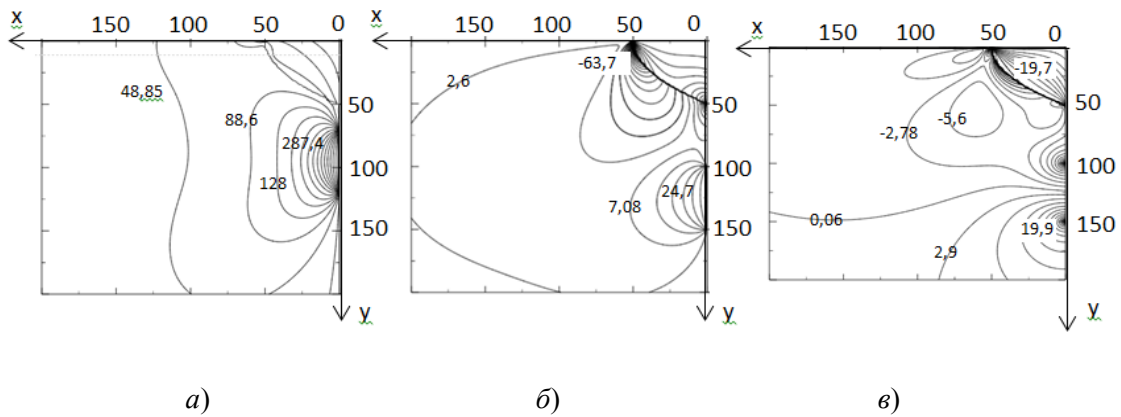


Рис. 2. Поля напряжений:

$a - \sigma_{xx}^{(0)}(x, y)$; $b - \sigma_{yy}^{(0)}(x, y)$; $c - \sigma_{xy}^{(0)}(x, y)$ в металлическом стекле в системе «полоса сдвига – трещина» при функции распределения квазидислокаций, описываемой формулой (5)

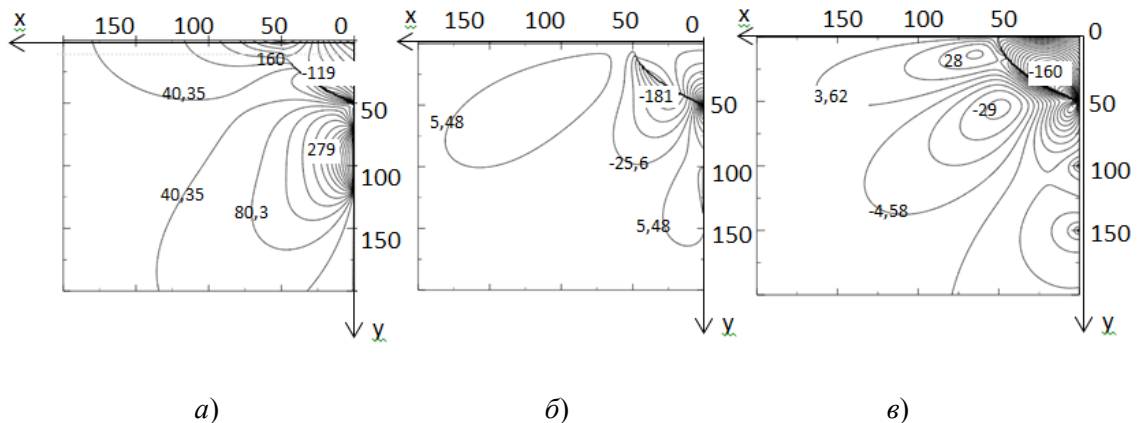


Рис. 3. Поля напряжений $a - \sigma_{xx}^{(0)}(x, y)$; $b - \sigma_{yy}^{(0)}(x, y)$; $c - \sigma_{xy}^{(0)}(x, y)$

в металлическом стекле в системе «полоса сдвига – трещина» при функции распределения квазидислокаций, описываемой формулой (6)

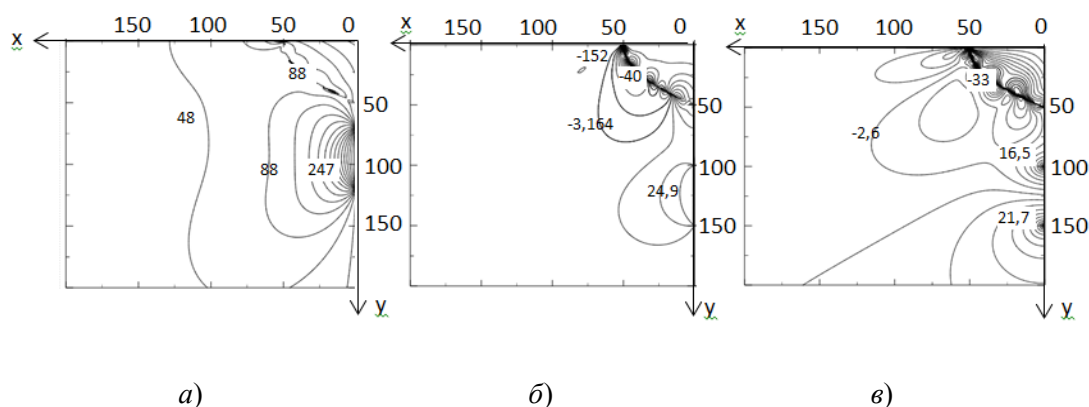


Рис. 4. Поля напряжений:
 $a - \sigma_{xx}^{(0)}(x, y)$; $b - \sigma_{yy}^{(0)}(x, y)$; $c - \sigma_{xy}^{(0)}(x, y)$ в металлическом стекле
 в системе «полоса сдвига – трещина» при функции
 распределения квазидислокаций, описываемой формулой (7)

В результате проведенного исследования была установлена зависимость между распределением напряжений в металлическом стекле и закономерностью изменения плотности квазидислокаций. Так, при плотности квазидислокаций, описываемой константой, были отмечены большие по значению напряжения у трещины, чем при нелинейной закономерности распределения квазидислокаций. Наибольшие напряжения были отмечены при синусоидной закономерности распределения квазидислокаций. Стоит отметить, что ввиду случайности распределения квазидислокаций в металлическом стекле синусоидная закономерность отражает наиболее близкий к реальности вариант распределения дефектов в материале.

Л и т е р а т у р а

1. Рюмцев, А. А. Методика расчета полей напряжений у криволинейной полосы сдвига типа чешуйчатого навала, находящегося у поверхности металлического стекла / А. А. Рюмцев, О. М. Остриков // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. – 2015. – № 4 (94). – С. 39–46.
2. Влашевич, В. В. Метод численно-аналитического расчета полей напряжений в системе «механический клиновидный нанодвойник – трещина» при поперечном сдвиге / В. В. Влашевич, О. М. Остриков // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. – 2016. – № 4 (100). – 59 с.
3. Астафьев, В. И. Нелинейная механика разрушения / В. И. Астафьев, Ю. Н. Радаев, Л. В. Степанова. – Самара : Изд-во «Самарский университет», 2001. – 562 с.

УДК 530.1

МЕТОД ФУНКЦИИ ГРИНА ДЛЯ ЗАДАЧИ РАССЕЯНИЯ НА КУЛОНОВСКОМ ПОТЕНЦИАЛЕ

В. Ю. Златина, В. Ю. Гавриш

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь»

Получена формула Резерфорда с использованием спектрального разложения функции Грина. В ходе работы авторы, используя метод функции комплексного переменного, получают выражение для функции Грина уравнения Шредингера с последующим применением для задачи рассеяния на сферически-симметричном потенциале.

Ключевые слова: уравнение Шредингера, функция Грина, потенциал, формула Резерфорда.