

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубичев Н.А. Достоверность допускового контроля качества / Н.А. Рубичев, В.Д. Фрумкин. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 171 с.
2. Derbaba, V.A., Zil, V.V., Patsera, S.T. (2014), "Evaluation of the adequacy of the statistical simulation modeling method while investigating the components presorting processes", Scientific bulletin of National Mining University Dnipropetrovsk – Scientific and technical journal, no. 5 (143), pp. 45-50
3. Пацера С.Т. Изучение влияния расширенной неопределенности второго рода на риски изготовителя и заказчика методом статистического моделирования / С.Т. Пацера, В.И. Корсун, С.С. Курдюков // Системи обробки інформації. – 2006. – № 7(56). – С. 62–64.

УДК 621.791.12: 621.7.044.2

ПРОЧНОСТЬ ТВЁРДОГО ТЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНФОРМНОГО
ОТОБРАЖЕНИЯЮ.В. Савченко¹, Е.Г. Науменко²

¹старший преподаватель кафедры технологии горного машиностроения, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, E-mail: savcheny@ua.fm

²старший преподаватель кафедры строительной, теоретической и прикладной механики, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, E-mail: elena_naumenko71@mail.ru

Аннотация. Разработана математическая модель, которая позволяет оптимизировать с точки зрения дефектообразования параметры нагружения обрабатываемых материалов, разрушение рассмотрено как метод создания дефектов на субмикроскопическом уровне в гетерогенных средах.

Ключевые слова: математическая модель, гетерогенная среда, дефектообразование, прочность.

STRENGTH SOLID BODY WITH USING CONFORMAL MAPPING

Y. Savchenko¹, E. Naumenko²

¹Senior Lecturer, Department of Mining Engineering, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: savcheny@ua.fm

²Senior Lecturer, Department of Structural, Engineering and Applied Mechanics, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: elena_naumenko71@mail.ru

Abstract. Developed a mathematical model, which allows optimizing in terms of defect parameters loading of processed materials, the destruction is considered as a method of creating defects on the submicroscopic level in heterogeneous environments.

Keywords: *mathematical model, heterogeneous medium, defect formation, strength.*

Введение. Необходимость в расчёте на прочность твёрдых тел и разрушении гетерогенных сплавов, обеспечивающую высокую производительность, низкие энергозатраты и носящие экологически чистый характер [1] существует в современных условиях развития промышленности.

Ударно-волновая обработка, создающая условия действия на материал высоких давлений и скоростей нагружения, а также вызывающая создание высокодефектной структуры позволяет создавать новейшие материалы, обладающие специальными характеристиками [2, 3].

Данная статья заключительная в серии статей по расчёту на прочность твёрдых тел и разрушении гетерогенных сплавов с использованием конформного отображения при различном расположении дефектов на границе раздела соединённых материалов [3,4,5].

В ранее представленных работах описан метод определения коэффициента концентрации напряжений с использованием конформного отображения трещины на круг единичного радиуса в виде трещины синусоиды

$$y = \sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right), x \in [a, b],$$
 где $[a, b]$ - отрезок или длина изучаемой трещины, точки a и b – координаты его концов в декартовой системе координат XOY , начало которой находится точно на середине положительной полуоси, имеющей натуральную луночку с максимальной шириной δ [4] и отображение трещины типа круговой луночки, находящейся под углом, на круг единичного радиуса [5].

Необходимость оценки влияния ударных волн разной интенсивности на механизм дефектообразования и процесс разрушения гетерогенной среды обуславливает *проведение теоретических исследований* [6].

Цель работы. Разработка математической модели разрушения гетерогенных сред, позволяющей определять критические параметры ударно-волнового нагружения материалов.

Материалы и результаты исследований. Пусть дана синусоида ACB

$$y = \sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right), x \in [a, b],$$
 где $[a, b]$ - отрезок на оси OX , на котором находится луночка – трещина, точки a и b - координаты его концов в декартовой системе координат XOY , начало которой находится на середине первой

слева полной полуволны, ширина луночки в любой точке $x \in [a, b]$ задается функцией $\delta(x)$ с максимальным значением $\Delta = \max \delta(x)$, в некоторой точке $\alpha \in [a, b]$ (Рис. 1).

Если мысленно совместить т. А на следе синусоиды АСВ с т.а – начала луночки на оси ОХ, то получим т. А' в системе координат X'O'Y', являющуюся параллельным переносом системы координат ХОУ и будем "растягивать" след синусоиды АСВ до полного его совпадения с осью O'X' так чтобы т.В на синусоиде АСВ перешла в т.В' на оси O'X', а $\delta(x)$, для любой т. $x \in [a, b]$ оставалась для соответствующей т. $x' \in [A', B']$ неизменным. В результате имеем разнотупую луночку, у которой т.d в системе координат ХОУ переходит в т. d' в системе координат X'O'Y' и находится на оси O'X' на расстоянии

$$S_1 = \int_a^d \sqrt{1 + \cos^2 \left(x + \frac{\pi}{2} \right)} dx \tag{1}$$

Длина следа S синусоиды АСВ в системе координат X'O'Y' будет

$$S_1 = \int_a^b \sqrt{1 + \cos^2 \left(x + \frac{\pi}{2} \right)} dx \tag{2}$$

Выражения (1) и (2) написаны, как уравнения длины дуги плоской кривой $f(x), x \in [a, b]$

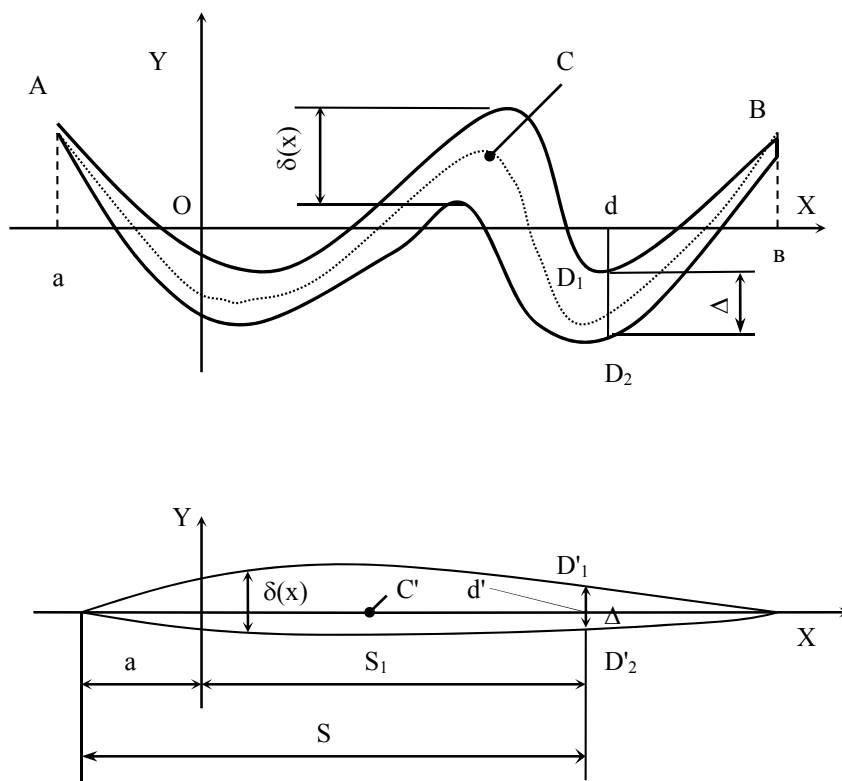


Рис. 1. – Луночка-трещина охватывает несколько полуволн

$$S' = \int_a^b \sqrt{1 + f'^2(x)} dx, \quad (3)$$

где $f(x) = \sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right); f'(x) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right).$

Координаты точек в системе координат $X'O'Y'$ следующие: $A'(a,0); B'(S+a,0); D'_1\left(S_1, \frac{\Delta}{2}\right); D'_2\left(S_1, -\frac{\Delta}{2}\right), a \neq 0.$

Далее поступаем, как в случае 1, только с учетом того, что $E \equiv T.A', T.F \equiv T.D'_1, T.H \equiv T.B', T.B \equiv T.D'_2.$

Непосредственно отображение.

Возьмем две комплексные плоскости: плоскость прообразов Z и плоскость образов W . Расположим нашу круговую луночку из задачи 2 на плоскости Z и будем отображать ее внешность на внешность единичного круга плоскости W конформно следующим образом в несколько этапов.

Дробно-линейное преобразование

$$W_1 = A_1 \frac{z' - z'_E}{z' - z'_H} \quad (4)$$

реализует конформное отображение внешней части круговой лунки на внешнюю часть угла α_E . В самом деле, вершина α_E на плоскости z' переходит в точку $W_1=0$ на плоскости W_1 . Выбором комплексной постоянной A_1 можно одну из сторон угла α_E на плоскости W_1 совместить с горизонтальной полусью.

Развернем угол α_E в верхнюю полуплоскость. Это можно осуществить преобразованием

$$W_2 = \sqrt[n]{W_1}, \quad (5)$$

где $n = \frac{2\pi - \alpha_E}{\pi}$

Пусть $W_2 = B_2 \exp(i\theta_2), W_1 = B_1 \exp(i\theta_1),$ тогда из (27) следует, что $B_2 = B_1^{1/n}, \theta_2 = \frac{\theta_1}{n}.$

Таким образом, сторона угла $\theta_1 = 0$ переходит в действительную полуось на плоскости W_2 , а сторона $\theta_1 = (2\pi - \alpha_E)$ переходит в полупрямую $\theta_2 = \pi$.

Соединяя преобразования (4) и (5) можно утверждать, что функция

$$W_2 = \sqrt{A_1 \frac{z' - z'_E}{z' - z'_H}} \quad (6)$$

переводит внешнюю часть круговой лунки, расположенной в плоскости z , на верхнюю полуплоскость W_2 .

Рассмотрим теперь окружность единичного радиуса на плоскости комплексного переменного W . Отметим на этой окружности две точки $P_E = \exp(i\psi_1)$ и $P_H = \exp(-i\psi_1)$. Функция

$$W_2 = A_2 \frac{W - P_E}{W - P_H} \quad (7)$$

реализует отображение внешней части круга единичного радиуса на верхнюю полуплоскость. Полагая $A_2^{-1} \sqrt[n]{A_1} = A$, можно утверждать, что преобразование

$$\frac{W - P_E}{W - P_H} = \sqrt{\frac{z' - z'_E}{z' - z'_H}} A \quad (8)$$

дает конформное отображение внешней части лунки, расположенной в плоскости z на внешнюю часть круга единичного радиуса в плоскости W .

Потребуем, чтобы точка $z = \infty$ перешла в точку $W = \infty$, тогда из (8) следует, $A = 1$. Таким образом, отображающая функция для трещины типа круговой лунки будет

$$\frac{W - P_E}{W - P_H} = \sqrt{\frac{z' - z'_E}{z' - z'_H}} \quad (9)$$

Положим $z'_E = r_2 \exp(i\beta_E)$, $z'_H = r_2 \exp(i\beta_H)$; $P_E = \exp(i\psi_E)$, $P_H = \exp(i\psi_H)$, и пусть точка $z = r^2$ переходит при отображении в точку $W = 1$, тогда из (9) следует, что

$$\frac{1 - \exp(i\psi_E)}{1 - \exp(i\psi_H)} = \sqrt[n]{\frac{1 - \exp(i\beta_E)}{1 - \exp(i\beta_H)}}$$

Откуда

$$[-\exp(i\psi_E) = \exp(i(\psi_E - \pi))] = [\sqrt{-\exp(i(\beta_E - \pi))}]$$

Следовательно,

$$\psi_E - \pi = \frac{\beta_E - \pi}{n} \quad (10)$$

Аналогично

$$\psi_H - \pi = \frac{\beta_H - \pi}{n} \quad (11)$$

Окончательно получим из (9) функцию конформного отображения внешности трещины типа круговой луночки во внешность круга единичного радиуса

$$\frac{W - \exp(i\psi_E)}{W - \exp(i\psi_H)} = \sqrt{\frac{z' - z'_E}{z' - z'_H}} \quad (12)$$

Аналогично, начав преобразования с

$$\frac{W - \exp(i\psi_H)}{W - \exp(i\psi_E)} = \sqrt{\frac{z' - z'_H}{z' - z'_E}} \quad (13)$$

где

$$z'_E = x''_E + iy'_E, z'_H = x'_H + iy'_H,$$

$$x'_E, x'_H \in \left[-\frac{\ell}{2} \cos \alpha_0 + X_{O^{11}}, \frac{\ell}{2} \cos \alpha_0 + X_{O^{11}} \right],$$

$$y'_E, y'_H \in [Y_{O^{11}}, (\lambda + \delta) \cos \alpha_0 + Y_{O^{11}}]$$

Получим конформные преобразования (12) и (13), как функции двух текущих координат x, y и семи параметров $\ell, \lambda, \delta, x_E, y_E, x_H, y_H$.

Следствие. Симметрия т.т. E и H относительно оси ординат не меняет вид конформного преобразования (12) и (13).

Случай рассмотрен полностью.

Вывод. Для каждого материала существует критическое давление в ударной волне, превышение которого приводит к образованию дефектов. Увеличение неоднородности системы приводит к снижению критического давления в ударной волне, вызывающего образование дефектов и разрушение материала.

Разработана математическая модель, которая позволяет оптимизировать с точки зрения дефектообразования параметры нагружения обрабатываемых материалов при различном расположении дефектов на границе раздела соединённых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савченко Ю.В. Створення бурового інструменту з високим ресурсом і властивостями / Ю.В. Савченко // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2014». – Д.: НГУ, 2014. – С. 295 –301.
2. Эпштейн Г.Н., Кайбышев О.А. Высокоскоростная деформация и структура металлов.- М.: Metallurgia, 1971.- 198 с.
3. Савченко Ю.В. Аналітичний метод визначення коефіцієнта концентрації напруг. - Інновації та трансфер технологій: від ідеї до прибутку : Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції. - Д.:НГУ, 2011. с. 45-46
4. Савченко Ю.В. Определение коэффициента концентрации напряжений с использованием конформного отображения / Ю.В. Савченко, И.В. Вернер, Е.А. Ольховик // Материалы международной конференции «Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте 2014» 27-28 сентября 2014 / НГУ – Д., 2014. – с. 109 – 118.
5. Савченко Ю.В. Расчёт прочности твёрдого тела с использованием конформного отображения / Ю.В. Савченко, И.В. Вернер, П.А. Ружин // Матеріали міжнародної конференції «Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте 2014» 21-22 мая 2015 / НГУ – Д., 2014. – С. 117 – 123.
6. Савченко Ю.В., Караваева О.С. Моделирование разрушения гетерогенной среды при высокоэнергетических загрузках // Трансфер технологій: від ідеї до прибутку : матеріали 1 міжнар. наук.-практ. конф. студ., асп. и мол. ученых в 2 Т.- Д.: НГУ, 2010 Т. 1. – с. 101-103.

УДК 622.23.233

**МАКРОПРОГРАММА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЧЕРВЯКОВ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ****С.А. Сивун¹**

¹ведущий инженер-программист ПАО «Днепрополимермаш», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: sergey_sivun@mail.ru

Аннотация. Работа является продолжением проведенного автоматизированного программирования обработки цилиндрических червяков на фрезерных станках с ЧПУ. Разработанная макропрограмма позволяет оператору фрезерного станка с ЧПУ самостоятельно, без участия инженера-программиста составлять программы обработки витков цилиндрического червяка. Практическое подтверждение правильности программирования сопровождается изготовлением различных видов цилиндрических вал-червяков на фрезерном станке с ЧПУ модели ВФ1П.

Ключевые слова: макропрограмма, фрезерный станок с ЧПУ ВФ1П, цилиндрический вал-червяк.