

УДК 669.66-96

ББК 34.2.34.3.95

Д 39

Д 39 VII Международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». Москва. 7-10 ноября 2017 г./ Сборник материалов. – М: ИМЕТ РАН, 2017, 951с.

ISBN 978-5-4465-1624-7

Организаторы конференции:

- Федеральное агентство научных организаций
- Российская Академия наук
- Российский фонд фундаментальных исследований
- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН
- INSTRON (ООО "ИнтелТест")
- Межгосударственный координационный совет по физике прочности и пластичности
- Журнал «Деформация и разрушение материалов»

Информационный партнеры конференции:

- Экспир - экспертная площадка для ученых, и предпринимателей

Конференция поддержана РФФИ: грант 17-08-20555

грант 17-38-10313

Материалы публикуются в авторской редакции.

Сборник материалов доступен на сайте <http://dfmn.imetran.ru/>

© ИМЕТ РАН 2017

ISBN 978-5-4465-1624-7



9 785446 516247 >

2. Mylnikov V.V., Shetulov D.I., Chernyshov E.A. Variation in factors of fatigue resistance for some pure metals as a function of the frequency of loading cycles // Russ. J. Non-Ferr. Met. 2010. Vol. 51. P. 237–242.

3. Shetulov D.I., Kravchenko V.N., Myl'nikov V.V. Predicting the Strength and Life of Auto Parts on the Basis of Fatigue Strength // Russian Engineering Research. 2015. Vol. 35. P. 580–583.

4. Mylnikov V.V., Shetulov D.I., Chernyshov E.A. Speed Effect upon Varying the Cyclic Loading Frequency for Certain Pure Metals // Russ. J. Non-Ferr. Met. 2015. Vol. 56. No. 6. P. 627–632.

МОДЕЛЬ ПРОХОЖДЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В ГРАДИЕНТНОМ МАТЕРИАЛЕ

Сарычев В.Д., Невский С.А., Грановский А.Ю., Громов В.Е.

Россия, Сибирский государственный индустриальный университет, nevskiy.sergei@yandex.ru

MODEL OF ULTRASONIC TRANSIT IN GRADIENT MATERIAL

Sarychev V.D. Nevskii S.A. Granovskii A.Yu, Gromov V.E.

Russia, Siberian State Industrial University, nevskiy.sergei@yandex.ru

Solved two-dimensional dynamic theory of elasticity of waves excited at the upper boundary layer with a normal source stress. The calculation based on the displacement field on the boundary layer from time to time. The results are used in the analysis of the ultrasonic control layer sensors target size.

Рассмотрим задачу о движении волн испускаемым источником, который имеет конечный радиус действия r . Приемник волн находится в точке M на конечном расстоянии L . Запишем уравнения движения, используя безразмерные переменные: $(\bar{x}, \bar{z}) = (x, z)/h$, $\bar{t} = c_1 t/h$, $(\bar{u}, \bar{w}) = (u, w)/h$,

$(\bar{\sigma}_z, \bar{\sigma}_x, \bar{\tau}) = (\sigma_z, \sigma_x, \tau)/(c_1^2 \rho)$. В этих переменных закон Гука и уравнения движения примут вид:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{\partial u}{\partial x} + (1 - 2c^2) \frac{\partial w}{\partial z}, \sigma_z = (1 - 2c^2) \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z}, \tau = c^2 \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right); \\ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + (1 - c^2) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial z} + c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= 0, \\ c^2 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + (1 - c^2) \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

где $c^2 = \frac{c_2^2}{c_1^2}$, $c_1^2 = \frac{2\mu + \lambda}{\rho}$, $c_2^2 = \frac{\mu}{\rho}$, λ и μ – постоянные Ламе, ρ – плотность материала. Условия

на границе слоев будут иметь вид:

$$\begin{aligned} z = 1: \quad \sigma_z &= -\frac{1}{\pi} \frac{\delta}{\delta^2 + x^2} (\Theta(t) - \Theta(t - T_0)), \sigma_{xz} = 0; \\ z = -1: \quad \sigma_z &= \sigma_{xz} = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Где Θ – функция Хэвисайда, T_0 – время действия сигнала. Для решения задачи был применен метод конечных элементов. Результаты расчетов для различных значений толщины пластины представлены на рисунке 1. Их анализ показывает, что для пластин толщиной 50 мм наблюдается картина соответствующая, распространению волн Рэлея (рисунок 1а). При уменьшении толщины слоя (рисунок 1 б) ситуация усложняется. Наблюдаемая волновая картина является следствием наложения бегущего импульса и многократно отраженных от нижней границы волн. Отметим также, что после окончания действия импульса в пластине толщиной 3 мм (рисунок 1 в) скорость перемещения стабилизируется в области отрицательных значений вблизи значения $-0,015$, тогда как на расстоянии $2d$ от источника в начале наблюдается усиление в области положительных значений в интервале $1,5 < t < 2$ мкс, а затем спад до значения $0,01$ при $t > 2,5$ мкс. Это говорит о том, что помимо поверхностных волн, в материале наблюдаются объемные волны Лэмба.

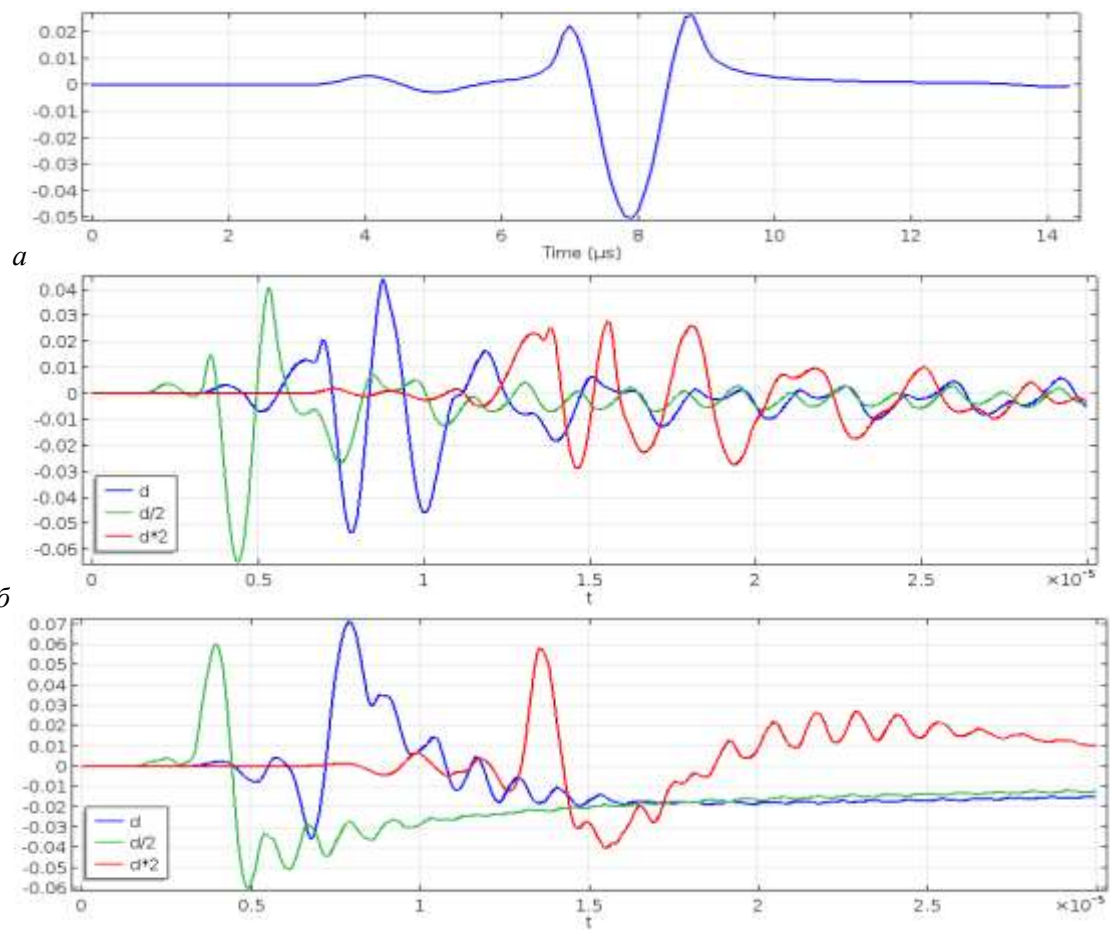
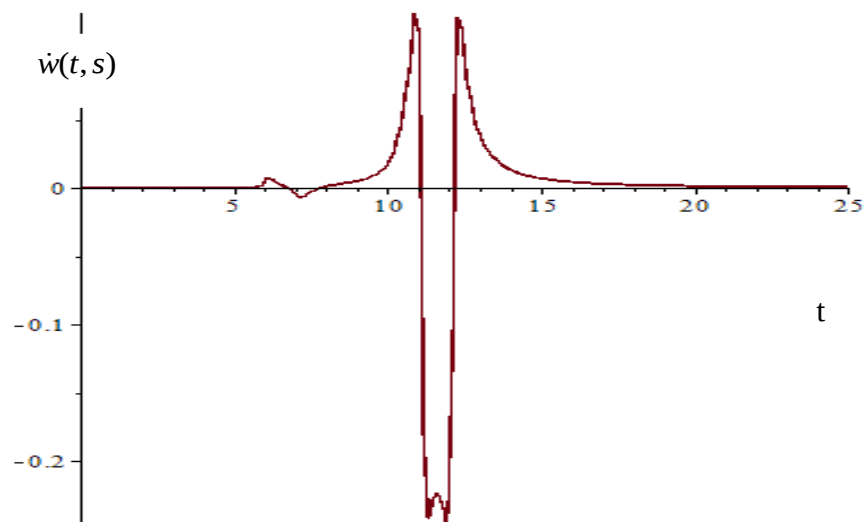


Рис 1. Результаты расчета полей скоростей для пластины толщиной 50 мм (а), 10 мм (б), 3 мм (в)

Помимо метода конечных элементов был применен метод интегральных преобразований Фурье и Лапласа. Применяя их к (1) и (2) и преобразовывая, получим распределение поперечной компоненты вектора скорости смещения в точке приема волн. Наблюдаемая на рисунке 2 картина подобна распределению смещений в толстой пластине.



Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (№ проекта 15-19-00065)
