

А. А. Седельников, А. С. Николаева, М. Е. Браткова, В. В. Сердакова (Самара, Самарский университет). Моделирование температурного удара однородной тонкой пластины.

УДК 629.783

DOI [https://doi.org/10.52513/08698325\\_2023\\_30\\_1\\_1](https://doi.org/10.52513/08698325_2023_30_1_1)

*Резюме:* Работа посвящена исследованию температурного удара однородной тонкой пластины. Поставлены и решены одномерная и двумерная задачи термоупругости. Получены приближенные зависимости, описывающие поле температур и прогибов пластины.

*Ключевые слова:* двумерная модель теплопроводности, одномерная модель теплопроводности, приближенные аналитические зависимости, температурный удар, третья начально-краевая задача.

В работе, представленной данным сообщением, исследуется температурный удар однородной прямоугольной тонкой пластины [1] толщины  $h$  и длины  $l$  с жестко заделанным одним краем и свободными остальными, поставлены и решены одномерная и двумерная задачи теплопроводности с граничными условиями третьего рода.

Математически формализованное описание для одномерной модели теплопроводности имеет вид (ср. [2])

$$\left\{ \begin{array}{ll} \frac{\partial T(z, t)}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 T(z, t)}{\partial z^2}, & -\frac{h}{2} \leq z \leq \frac{h}{2}, \quad t > 0, \\ \lambda \frac{\partial T(\frac{h}{2}, t)}{\partial z} = Q - e\Theta \left[ T\left(\frac{h}{2}, t\right)^4 - T_c^4 \right], & z = \frac{h}{2}, \quad t > 0, \\ \lambda \frac{\partial T(-\frac{h}{2}, t)}{\partial z} = -e\Theta \left[ T\left(-\frac{h}{2}, t\right)^4 - T_c^4 \right], & z = -\frac{h}{2}, \quad t > 0, \\ T(z, 0) = T_0, & -\frac{h}{2} \leq z \leq \frac{h}{2}, \quad t = 0; \end{array} \right.$$

для двумерной модели [3] —

$$\left\{ \begin{array}{ll} \frac{\partial T(x, z, t)}{\partial t} = a^2 \left( \frac{\partial^2 T(x, z, t)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T(x, z, t)}{\partial z^2} \right) & \text{при } 0 \leq x \leq l, \quad -\frac{h}{2} \leq z \leq \frac{h}{2}, \quad t > 0, \\ \lambda \frac{\partial T(x, \frac{h}{2}, t)}{\partial n} = Q_0 \cos\left(\frac{dw_0(x, 0)}{dx}\right) - e\Theta \left[ T\left(x, \frac{h}{2}, t\right)^4 - T_c^4 \right], & \text{при } 0 \leq x \leq l, \quad z = \frac{h}{2}, \quad t > 0, \\ \lambda \frac{\partial T(x, -\frac{h}{2}, t)}{\partial n} = -e\Theta \left[ T\left(x, -\frac{h}{2}, t\right)^4 - T_c^4 \right] & \text{при } 0 \leq x \leq l, \quad z = -\frac{h}{2}, \quad t > 0, \\ T(x, z, 0) = T_0 = \text{const}, & \end{array} \right.$$



Соответствующие приближенные аналитические решения задач термоупругости будут иметь вид:

одномерная модель [2]:

$$w(x, t) = \frac{At}{t+a} (x^4 - 4lx^3 + 6l^2x^2), \quad 0 \leq x \leq l, \quad t > 0;$$

двумерная модель [3]:

$$w(x, t) = \frac{At}{t+a} (x^4 - 4lx^3 + 6l^2x^2) + w_0(x, 0), \quad 0 \leq x \leq l, \quad t > 0.$$

Численное моделирование температурного удара показало сходимость результатов с полученными приближенными зависимостями, что позволяет использовать их для практических целей, например, при описании температурного удара панели солнечной батареи космического аппарата [1].

*Благодарности:* Эта работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках госзадания (проект FSSS-2023-0007).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bormotov A. N., Orlov D. I.* Investigation of perturbations arising from temperature shock with a symmetrical arrangement of flexible elements of a small spacecraft. — *Symmetry*, 2023, v. 15, is. 7, art. 1331, 12 p.
2. *Sedelnikov A. V., Orlov D. I., Serdakova V. V., Nikolaeva A. S.* Investigation of the stress-strain state of a rectangular plate after a temperature shock. — *Mathematics*, 2023, v. 11, is. 3, art. 638, 12 p.
3. *Sedelnikov A., Serdakova V., Orlov D., Nikolaeva A.* Investigating the temperature shock of a plate in the framework of a static two-dimensional formulation of the thermoelasticity problem. — *Aerospace*, 2023, v. 10, is. 5, art. 445, 13 p.

Поступила в редакцию  
14.VIII.2023

UDC 629.783

DOI [https://doi.org/10.52513/08698325\\_2023\\_30\\_1\\_1](https://doi.org/10.52513/08698325_2023_30_1_1)

*Sedelnikov A. V., Nikolaeva A. S., Bratkova M. E., Serdakova V. V.* (Samara, Samara National Research University). **Modeling of temperature impact of homogeneous thin plate.**

*Abstract:* The temperature shock of a homogeneous thin plate is studied. One-dimensional and two-dimensional problems of thermoelasticity are posed and solved. Approximate dependencies describing the field of temperatures and deflections of the plate are obtained.

*Keywords:* approximate analytical dependencies, one-dimensional heat conduction model, temperature shock, third initial boundary value problem, two-dimensional heat conduction model.