

что наиболее целесообразно для данных композитов прикладывать давление запрессовки: 0,5–1 МПа (рисунки 1, 2).

В тоже время следует отметить, что в отличие от адгезивов к деревянным образцам, адгезивы к бетонным образцам имеют наибольшую прочность на сдвиг при введении в состав адгезива битума (рисунки 1, 2), что объясняется термоокислительным сшиванием каучука с участием химических соединений битума (степень сшивки 65,2–77,4 %).

Таким образом, исследованы физико-механические свойства разработанных композиций, установлена взаимосвязь их физико-механических свойств и условной вязкости: показано, что с уменьшением условной вязкости материалов, увеличиваются их адгезионные характеристики.

УДК 539.3.

ОБ ОДНОМ РЕШЕНИИ НЕСВЯЗНОЙ ТЕРМОУПРУГОСТИ ПЛАСТИНКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БЫСТРОПЕРЕМЕННЫХ ПО ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КООРДИНАТЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ И СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ НА КОНТУРЕ

О. А. МЫЛЬЦИНА

Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Российская Федерация

На базе модели типа Лява и классической теории теплопроводности рассматривается изотропная прямоугольная пластинка с теплоизолированными основными поверхностями. Края пластинки подвергаются воздействию быстропеременных по пространственной координате температурных и силовых нагрузок, которые записываются в виде произведения функции Хевисайда на некоторую функцию, обращающуюся в ноль в точке, где обобщенная функция, не определена, но ограничена.

Краевые условия при $x = 0$, $x = a$ имеют вид

$$\Theta_1(x, y) = \frac{\theta_1^0}{24b^4} (y - y_1)^4 H(y - y_1);$$

$$M^{11}(x, y) = \frac{M_0}{24b^4} (y - y_1)^4 H(y - y_1).$$

Решения теплопроводности и термоупругости разыскиваются методом суперпозиции одинарного тригонометрического ряда с переменными коэффициентами и многочлена, учитывающего характер неоднородности краевых условий тепловой и термоупругой задачи. На основании подстановок выражений для температурной функции и функции прогиба, соответствующие однородные дифференциальные уравнения в частных производных, сводятся к интегрированию обыкновенных дифференциальных уравнений относительно переменных коэффициентов рядов, правые части которых содержат произведения производных известных функций на функцию Хевисайда. На основании известных процедур [1], решения этих уравнений записываются в замкнутом виде.

Постоянные интегрирования в этих решениях определяются из температурных условий и условий закрепления на двух оставшихся краях пластинки, которые могут быть любыми из известных, при условии равенств силовых и температурных нагрузок в углах пластинки.

Температурное поле и функция прогиба получены в виде

$$\Theta_1(x, y) = \sum_k \left\langle \frac{\text{sh} \frac{k\pi y}{a}}{\text{sh} \frac{k\pi b}{a}} \left(\frac{a}{b}\right)^4 \frac{\theta_1^0 a_k}{(k\pi)^4} \left(\text{ch} \frac{k\pi(y-y_1)}{a} - \frac{(b-y_1)^2}{a^2} - 1 \right) + \left(\frac{a}{b}\right)^4 \frac{\theta_1^0 a_k}{(k\pi)^4} \left(-\text{ch} \frac{k\pi(y-y_1)}{a} + \frac{(y-y_1)^2}{a^2} + 1 \right) H(y - y_1) \right\rangle \sin \frac{k\pi x}{a} + \frac{\theta_1^0}{24b^4} (y - y_1)^4 H(y - y_1).$$

$$\begin{aligned}
 W(x, y) = & \sum_k \left(-\frac{a^6 M_\theta a_k}{24(k\pi)^6 sh \frac{k\pi b}{a}} \left(-6 \frac{k\pi y}{a} ch \frac{k\pi y}{a} \left(2 + \frac{(k\pi)^2 (b-y_1)^2}{a^2} - 2 ch \frac{k\pi (b-y_1)}{a} \right) + \right. \right. \\
 & + sh \frac{k\pi y}{a} \left(72 + 24 \frac{(k\pi)^2 (b-y_1)^2}{a^2} + \frac{(k\pi)^4 (b-y_1)^4}{a^4} + 6 \frac{k\pi b}{a} \left(2 + \frac{(k\pi)^2 (b-y_1)^2}{a^2} \right) ch \frac{k\pi b}{a} - \right. \\
 & \left. \left. - \frac{6}{sh \frac{k\pi b}{a}} \left(\frac{k\pi y_1}{a} ch \frac{k\pi (2b-y_1)}{a} + \frac{k\pi (2b-y_1)}{a} ch \frac{k\pi y_1}{a} + 6 \left(sh \frac{k\pi (2b-y_1)}{a} + sh \frac{k\pi y_1}{a} \right) \right) \right) \right) + \\
 & + \frac{a^6 M_\theta a_k}{2(k\pi)^6} \left(-6 ch \frac{k\pi (y-y_1)}{a} + \frac{k\pi (y-y_1)}{a} sh \frac{k\pi (y-y_1)}{a} + 2 \frac{(k\pi)^2 (y-y_1)^2}{a^2} + 6 \right) H(y-y_1) \sin \frac{k\pi x}{a} + \\
 & + \frac{ax-x^2}{2} \frac{M_\theta}{24} (y-y_1)^4 H(y-y_1),
 \end{aligned}$$

для краевых условий

$$\text{при } y=0: \quad \Theta_1(x, y) = 0, W(x, y) = 0$$

$$\text{при } y=b: \quad \Theta_1(x, y) = \frac{\theta_1^0}{24b^4} (b-y_1)^4, M^{22}(x, y) = \frac{M_0}{24b^4} (b-y_1)^4.$$

$$\text{Здесь } M_\theta = \frac{M_0}{b^4 D} + \frac{\theta_1^0 \alpha (1+\nu)}{b^4 h}.$$

На рисунках 1 и 2 приведены трехмерные изображения температурного поля и функции прогиба срединной плоскости пластинки для случая когда $\theta_1^0 = 50$, $M_0 = -50$.

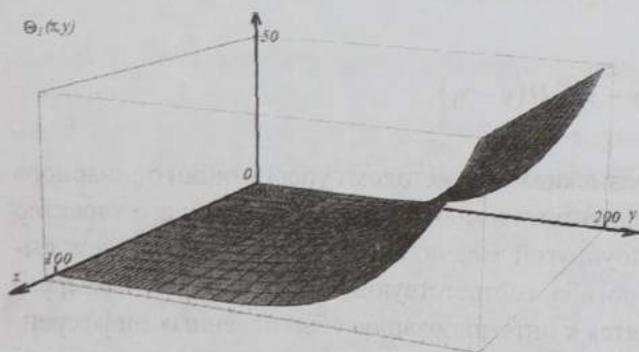


Рисунок 1

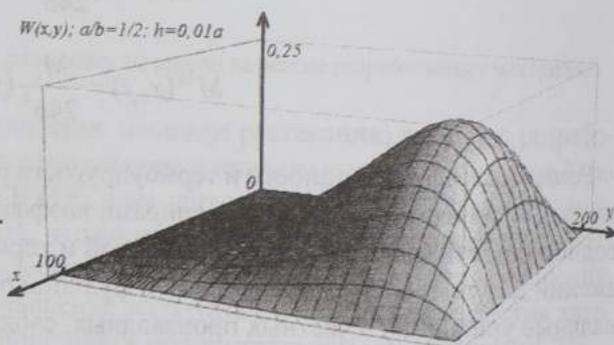


Рисунок 2

Проводится количественный анализ влияния параметров геометрического толка на температурное поле пластинки и функцию прогиба.

Сопоставление трехмерных изображений температуры и поверхности прогиба при различных значениях относительной толщины и относительных размеров сторон пластинки наглядно иллюстрируют влияние быстропеременных температурных и силовых воздействий на контуре пластины на функцию прогиба в зависимости от нагрева. Полученные качественные и количественные результаты ориентированы на предельно точный анализ термоупругого поведения пластин возникающих в известных областях электронной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Белосточный, Г. Н. Аналитические методы определения замкнутых интегралов сингулярных дифференциальных уравнений термоупругости геометрически нерегулярных оболочек / Г. Н. Белосточный // Доклады академии военных наук. - 1999. - № 1. - С. 14-26.