

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МАКСИМАЛЬНЫХ ПРОГИБОВ И СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ МНОГОСЛОЙНЫХ ТРЕУГОЛЬНЫХ ПЛАСТИН С ЖЕСТКИМ ОПИРАНИЕМ ПО КОНТУРУ

Степанов Михаил Геннадьевич

студент, Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, РФ, г. Орёл

Работа многослойных изотропных пластин на податливых механических связях является актуальной проблемой. Пластинки разнообразной формы в настоящее время являются распространенными строительными конструктивными элементами, которые подвержены воздействию не только статических, но и динамически нагрузок.

В данной работе рассматривается взаимосвязь граничных условий, произведения частот собственных поперечных колебаний пластины ω и максимального прогиба W_0 при действии равномерно распределённой нагрузки q .

Численные исследования составных двухслойных пластин на податливых связях проводились методом конечных элементов. В ходе численных исследований определение прогибов и частот колебаний проводилось в программном комплексе «ЛИРА САПР». В качестве модели исследования была выбрана треугольная двухслойная составная пластина. Каждый слой был разбит сеткой 40×40 на конечные элементы (КЭ); таким образом, размер каждого конечного элемента составил 100×100 мм.

Толщина пластин задавалась различной: толщина нижней пластины принята постоянной 5 мм, толщина верхней принималась равной 3...15 мм. Пластины связаны между собой

поперечными **связями (препятствующими сближению и отдалению слоёв) и связями сдвига. При исследованиях жесткость связей принята постоянной и составляла $E A_{cc} = 512000$ Н для поперечных связей, $E A_{cc} = 10000$ Н для связей сдвига. Плотность материала слоёв принята $\rho = 740$ кг/м³. Все исследования производились в предположении упругой стадии работы материала слоев, поперечных связей и связей сдвига.**

Критерием точности во всех исследованиях служил коэффициент K , который определялся из (1):

$$K = \frac{W_0 \omega^2}{q/m}. \quad (1)$$

Этот коэффициент для прямоугольных пластин с различными опираниями по контуру

различны.

Пластины загружались равномерно распределенной нагрузкой $q = 1 \text{ кН/м}^2$, которая прикладывалась к верхнему слою составной пластины. Для нахождения частот собственных колебаний в узлы конечных элементов прикладывались сосредоточенные массы от собственного веса слоев в зависимости от грузовой площади узла.

Частоты собственных колебаний и максимальный прогиб двухслойной пластины, полученные при расчёте в программном комплексе «ЛИРА САПР» приведены в таблице 1. По данным таблицы 1 построены графики изменения максимальных прогибов и частот колебаний в зависимости от отношения толщин t_2/t_1 , представленные на рисунке 1.

Таблица 1.

Численные исследование составных двухслойных треугольных пластин с комбинированными граничными условиями

№ п/п	Вид граничных	Толщина 1-ой пластины	Толщина 2-ой пластины	Круговая частота основного тона, ω (с-1)	Максимальный прогиб, W_0 (мм)	$K=W_0 \omega^2/(q/m)$	$K_{аналит} = W_0 \omega^2 / (q/m)$ на основе	Отклонение K от Каналит (%)
		t_1 , мм	t_2 , мм					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ж Ж Ж Ж	10	2	101,972	12,4	1,527	1,535	-
2			3	112,675	10,2	1,533		-
3			4	118,846	9,210	1,540		-
4			5	123,763	8,520	1,545		-
5			6	129,319	7,930	1,570		-
6			7	136,106	7,230	1,586		0,845
7			8	143,743	6,490	1,588		0,967
8			10	163,957	5,010	1,595		1,405
9			12	190,303	3,750	1,608		2,255
10			15	236,578	2,430	1,610		2,404

Анализ полученных результатов показывает, что независимо от отношения толщин слоев фундаментальная зависимость (1) выполняется с точностью от +2,404 до -2,917% для двухслойной

пластины с жесткими граничными условиями.

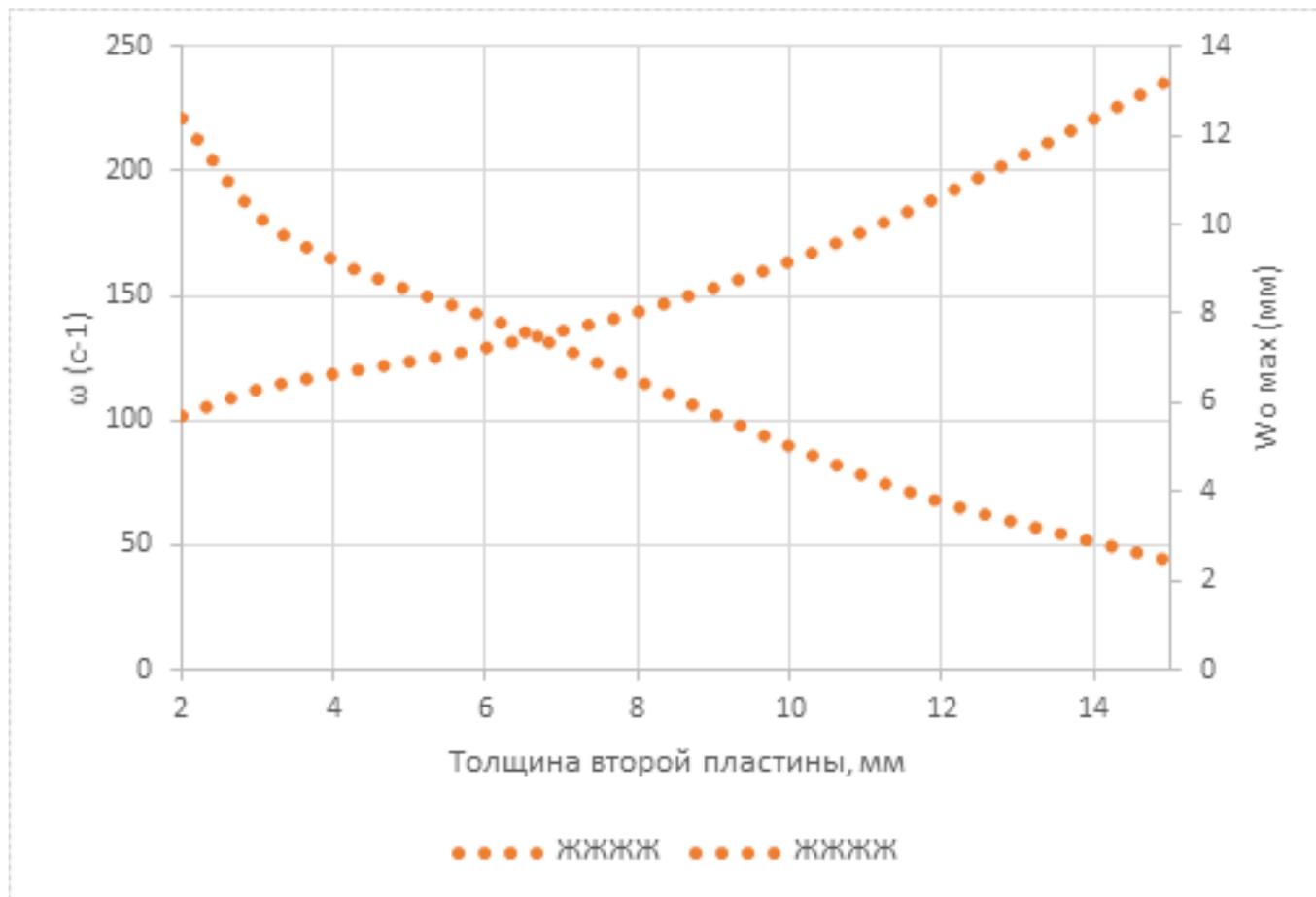


Рисунок 1. Взаимосвязь максимальных прогибов и частот собственных колебаний от отношения толщин двухслойной пластины

Список литературы:

1. Коробко, В.И. Об одной "замечательной" закономерности в теории упругих пластинок [Текст]/В. И.Коробко.// Изв. вузов. Строительство и архитектура. -1989. -№ 11. -С. 32-36.
2. Марфин Кирилл Васильевич. Взаимосвязь максимальных прогибов и собственных частот поперечных колебаний составных пластин на податливых связях: диссертация ... кандидата технических наук: 05.23.17 / Марфин Кирилл Васильевич; [Место защиты: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет»].- Курск, 2015.- 145 с.