

УДК 539.3

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОЙ СИЛЫ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАСТИНЫ

Л. А. ИШАМБУЛОВА

Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)
Москва, Россия

Рассматривается динамическое нагружение вязкоупругих пластин классической теории, шарнирно закрепленных по периметру. Процесс деформирования возникает в результате действия подвижной силы, скорость движения которой в рамках каждого численного эксперимента неизменна (рис. 1).

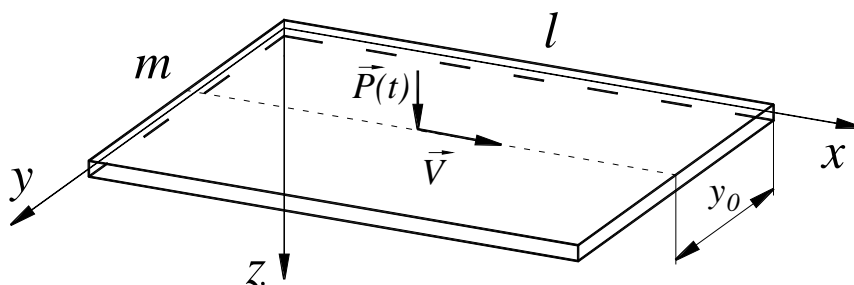


Рис. 1. Схема нагружения пластины

Целью проведенного исследования являлось установление зависимостей между величиной подвижной нестационарной безынерционной нагрузки и перемещениями центра упругой прямоугольной плиты при различных значениях скорости движения точки приложения нагрузки. Рассмотрение аналогичных задач с описанием примененного к их решению аналитического подхода можно найти в [1–4].

Рассмотрение поставленной задачи проводится на основе уравнения классической теории, а именно

$$\left(1 + \alpha \frac{\partial}{\partial t}\right) D \Delta \Delta w(x, y, t) + \rho h \frac{\partial^2 w(x, y, t)}{\partial t^2} = q_z(x, y, t), \quad (1)$$

где α – время релаксации деформаций.

Решение уравнения (1) при нагрузке, учитывающей подвижность силы и реакцию основания, осуществлено с применением рядов Фурье, операционного исчисления и приведено в [3].

Результаты численного эксперимента. Расчеты были проведены для пластины со следующими характеристиками: длина $l = 7$ м; ширина $m = 3$ м; толщина $h = 0,2$ м; плотность материала пластины $\rho = 7950$ кг/м³; модуль упругости материала пластины $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па; коэффициент Пуассона материала пластины $\nu = 0,3$; модуль силы $P = 1$ кН.

На рис. 2 приведены результаты расчета перемещений точки с координатой $(l/2, m/2)$ для пластины, время релаксации деформации материала которой $\alpha = 10^{-3}$ с. При этом приведенные на рис. 2 кривые соответствуют следующим значениям скорости движения силы V : 10, 20, 40 и 80 м/с.

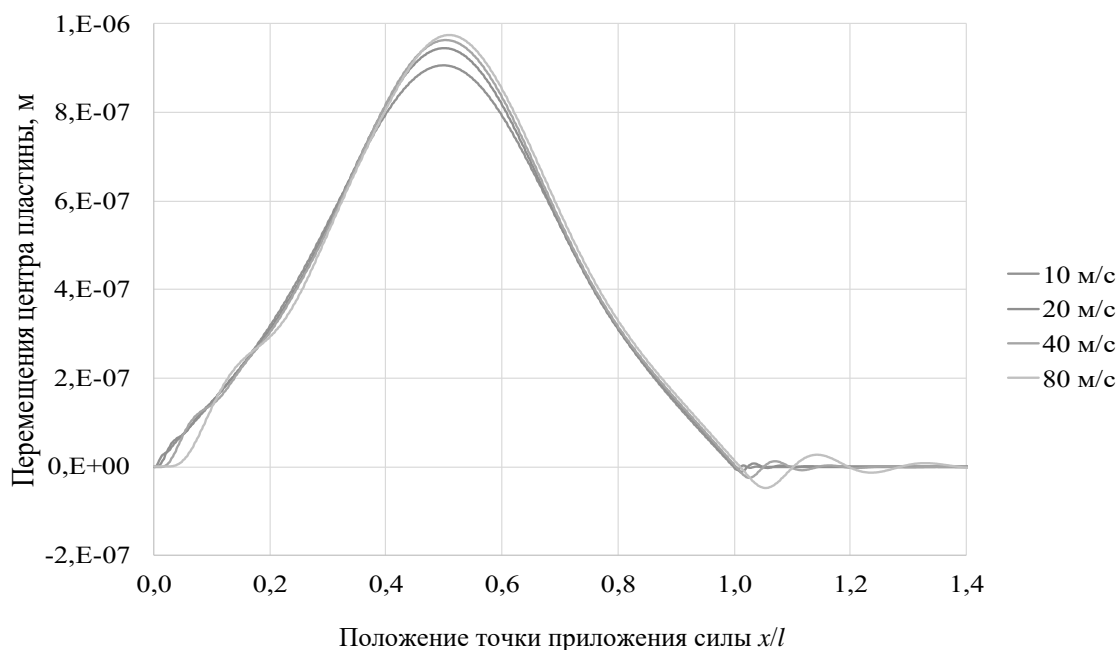


Рис. 2. Прогибы центра пластины при различной скорости движения силы

Из приведенных результатов исследования виден рост максимальных значений перемещений центра пластины, вызванный увеличением скорости движения силы (указанные величины для рассмотренных случаев составили 0,906; 0,946; 0,962 и 0,975 мм). Это обстоятельство необходимо учитывать, в том числе при проектировании элементов конструкций, подверженных действию высокоскоростных нагрузок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Идентификация нагрузок при импульсном деформировании тел : монография : в 2 ч. / Е. Г. Янютин, Д. И. Богдан, Н. И. Воропай [и др.]. – Харьков : Харьков. нац. авт.-дорож. ун-т, 2010. – Ч. 1. – 180 с.
2. Обратные нестационарные задачи для упругодеформируемых балок и пластин / В. Т. Гришакин, Е. Г. Янютин, А. В. Воропай, Г. А. Гнатенко // Инновации в машиностроении : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 30–31 окт. 2008 г. – Мн. : Объед. ин-т машиностр. НАН Беларуси, 2008. – С. 152–158.
3. **Гришакин, В. Т.** Идентификация подвижного нагружения, воздействующего на вязкоупругую пластину на упругом основании / В. Т. Гришакин, В. Б. Гринев, Е. Г. Янютин // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». – 2011. – № 13. – С. 69–74.
4. **Гришакин, В. Т.** Развитие прогибов пластины на основании при действии подвижной силы / В. Т. Гришакин, В. С. Мухина // Современные задачи теоретической механики и динамики : сб. науч. тр. по материалам II Междунар. конф. с участием молодых ученых и студентов, Москва, 21 апр. 2022 г. – М. : Моск. авт.-дорож. гос. техн. ун-т (МАДИ), 2022. – С. 109–113.