УДК 539.3

ВЛИЯНИЕ МОДЕЛИ ОСНОВАНИЯ НА ПОВЕДЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ ПЛАСТИН ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОДВИЖНЫХ СИЛ

В. Т. ГРИШАКИН
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)
Москва, Россия

Рассматривается динамическое нагружение вязкоупругих пластин классической теории, расположенных на основаниях различных моделей: Винклера, Пастернака и Власова – Леонтьева. Процесс деформирования во всех расчетных случаях возникает в результате действия подвижной силы (рис. 1).

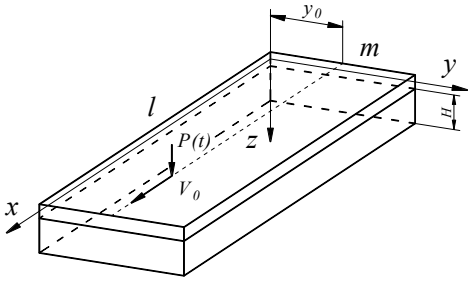

Рис. 1. Схема нагружения пластины на основании

Актуальность работы заключается в том, что в результате проведенного исследования можно разработать рекомендации по выбору модели основания пластины, моделирующей дорожное покрытие, в каждом конкретном расчетном случае. Этот выбор следует сделать исходя из свойств применяемых в строительстве материалов как покрытия, так и его основания, а также требований к точности получаемых результатов. Укажем, что подробный обзор по влиянию подвижных нагрузок на элементы дорожных одежд приведен в [3]. Кроме того, рассмотрение аналогичных задач с описанием примененного к их решению аналитического подхода можно найти в [1].

Рассмотрение поставленной задачи проводится на основе уравнения классической теории, которое приведено в [4]:

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

где α – время релаксации деформаций.

Учет реакции основания на нагружаемые пластины выполнен согласно методике, приведенной в [2].

Решение уравнения (1) при нагрузке, учитывающей подвижность силы и реакцию основания, осуществлено с применением рядов Фурье, операционного исчисления и приведено в [5].

Результаты численного эксперимента. Расчеты были проведены для пластины со следующими характеристиками: длина l = 10 м; ширина m = 3,5 м;

толщина h = 0,1 м; плотность материала пластины ρ = 2250 кг/м^3; модуль упругости материала пластины E = 3200 МПа; коэффициент Пуассона материала пластины υ = 0,3; плотность материала основания $\rho_{гр}$ = 2000 кг/м^3; модуль упругости основания $E_{гр}$ = 153 МПа; коэффициент Пуассона материала основания $\upsilon_{гр}$ = 0; величина силы P = 32 кН; скорость движения силы V_0 = 25 м/с.

На рис. 2 и 3 приведены результаты расчета перемещений точки с координатой (l/2, m/2) для пластин, время релаксации деформации материалов которых $5\cdot10^{-4}$ с и $5\cdot10^{-3}$ с соответственно. При этом кривая 1 соответствует случаю применения модели основания Винклера, кривая 2 – модели основания Пастернака, кривая 3 – Власова – Леонтьева.

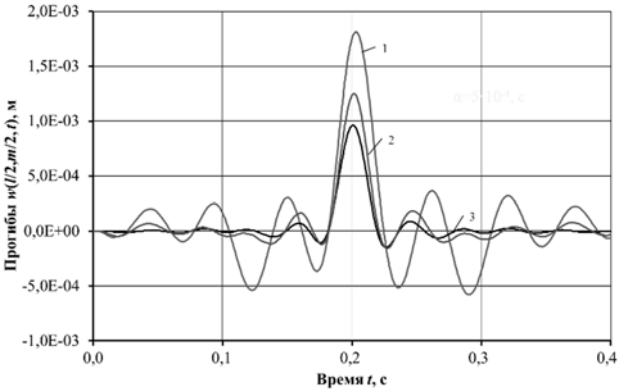

Рис. 2. Прогибы центра пластины на основании моделей Винклера (кривая 1), Пастернака (кривая 2) и Власова – Леонтьева (кривая 3) при α = $5\cdot10^{-4}$ с

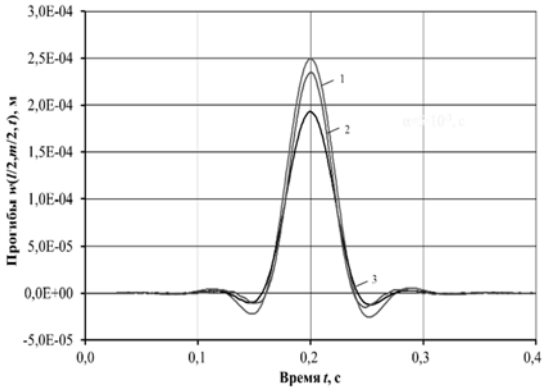

Рис. 3. Прогибы центра пластины на основании моделей Винклера (кривая 1), Пастернака (кривая 2) и Власова – Леонтьева (кривая 3) при α = $5\cdot10^{-3}$ с

Из приведенных результатов исследования очевидна существенная погрешность, получаемая при расчетах, не учитывающих динамическое поведение основания. Однако во втором рассмотренном расчетном случае модель основания Пастернака, не учитывающая инертность материала основания, показывает результаты, максимально приближенные к результатам применения динамической модели Власова – Леонтьева.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Задачи импульсного деформирования элементов конструкций / Е. Г. Янютин [и др.]. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 392 с.

2. **Власов, В. З.** Балки, плиты и оболочки на упругом основании / В. З. Власов, Н. Н. Леонтьев. – Москва: Физматгиз, 1960. – 492 с.

3. **Beskou, N. D.** Dynamic effects of moving loads on road pavements: A review / N. D. Beskou, D. D. Theodorakopoulos // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2011. – № 31. – С. 547–567.

4. **Василенко, Н. В.** Теория колебаний: учебное пособие / Н. В. Василенко. – Киев: Вища школа, 1992. – 430 с.

5. **Гринев, В. Б.** Идентификация подвижного нагружения, воздействующего на вязкоупругую пластину на упругом основании / В. Б. Гринев, Е. Г. Янютин, В. Т. Гришакин // Вестн. Нац. техн. ун-та «Харьковский политехнический институт». – 2011. – № 13. – С. 69–74.