

- значительное влияние начальные напряжения имеют на фазовую скорость зарождающихся волн;
- как правило, начальные напряжения изменяют значения критических частот;
- критические частоты при жестком сцеплении слоев больше, чем при нежестком;
- условие контакта между слоями композитного материала существенно влияет на частоты зарождения волн;
- для разных мод существуют диапазоны частот, при которых влияние условий контакта слоев незначительное;
- для рассмотренных начальных состояний влияние начальных напряжений и условий контакта между слоями больше при растяжении, чем при сжатии.

#### Список литературы

- 1 Глухов, А. Ю. Вісесиметричні хвилі в шаруватих композитних нестисливих матеріалах з початковими напруженнями при проковзуванні шарів / А. Ю. Глухов // Доп. НАН України. – 2016. – № 10. – С. 42–46.
- 2 Гузь, А. Н. Упругие волны в телах с начальными напряжениями. В 2 т. Т. 1. Общие вопросы / А. Н. Гузь. – Киев : Наукова думка, 1986. – 374 с.
- 3 Гузь, А. Н. Упругие волны в телах с начальными напряжениями. В 2 т. Т. 2. Закономерности распространения / А. Н. Гузь. – Киев : Наукова думка, 1986. – 536 с.

УДК 539.3

### ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНОЙ ПЛИТЫ С НАЧАЛЬНЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОДВИЖНОЙ НАГРУЗКИ

*Ю. П. ГЛУХОВ*

*Институт механики им. С. П. Тимошенко НАН Украины, г. Киев*

При решении пространственных задач об установившемся движении многослойного предварительно напряженного полупространства при воздействии подвижной нагрузки с использованием интегрального преобразования Фурье представление решений зависит от корней характеристических уравнений трансформированных дифференциальных уравнений, описывающих движение элементов многослойной среды.

Общая постановка исследуемого класса задач выглядит следующим образом [1, 2].

Рассматривается многослойная плита, лежащая на упругом полупространстве или жестком основании.

Элементы слоистой среды состоят из сжимаемых или несжимаемых предварительно напряженных изотропных нелинейно-упругих материалов с произвольной формой упругого потенциала. В случае ортотропного тела будем считать, что упруго-эквивалентные направления совпадают с направлениями осей выбранной системы координат.

Граничные поверхности элементов многослойной среды плоские и параллельные между собой.

Считаем, что начальное напряженно-деформированное состояние слоистой среды является однородным.

К свободной границе верхнего слоя приложена нагрузка, движущаяся с постоянной скоростью в течение большого промежутка времени и не зависящая от координаты, перпендикулярной границам слоев. Относительно системы координат, связанной с этой нагрузкой, существует установившееся плоское деформированное состояние.

Также предполагаем, что напряжения, возникающие за счет действия нагрузки, значительно меньше начальных напряжений. Указанное предположение позволяет применять линеаризованную теорию упругости для описания дополнительного напряженного состояния, вызванного действием нагрузки.

При таких предположениях имеем задачу об установившемся движении слоистой среды.

Исследования проведены в рамках трехмерной линеаризованной теории упругости для тел с начальными напряжениями [3].

Рассмотрено начальное напряженное состояние двух типов:  
общее

$$\lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \lambda_3; S_0^{11} = S_0^{22} \neq S_0^{33}, \quad (1)$$

и симметричное

$$\lambda_1 = \lambda_2 \neq \lambda_3; S_0^{11} = S_0^{22} \neq S_0^{33}. \quad (2)$$

В формулах (1) и (2)  $\lambda_j$  – коэффициенты удлинений вдоль соответствующих осей,  $S_0^{jj}$  – составляющие тензора обобщенных напряжений.

В общем случае (1) движение такого многослойного объекта описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных шестого порядка. Характеристические уравнения представляют собой бикубические алгебраические уравнения.

При симметричном начальном напряженном состоянии (2) с учетом общих решений [3] уравнения движения элемента слоистой среды распадается на два дифференциальных уравнения второго и четвертого порядка. Характеристические уравнения представляют собой квадратное и биквадратное алгебраические уравнения.

Исследовано влияние начальных напряжений и скорости движения поверхностной нагрузки на значения корней характеристических уравнений для сжимаемых и несжимаемых элементов слоистой среды для начальных напряженных состояний (1) и (2). Проведена оценка возможных значений корней характеристических уравнений.

Численные расчеты выполнены для материала с упругим потенциалом гармонического типа и упругим потенциалом типа Бартенева-Хазановича.

В общем случае значения характеристических корней определяются параметрами движения нагрузки, свойствами материала элемента слоистой среды, начальным напряженным состоянием и значениями параметров двойного интегрального преобразования Фурье.

#### Список литературы

1 Глухов, Ю. П. Об одной задаче о воздействии подвижной нагрузки на многослойное основание / Ю. П. Глухов // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук. пр. Вип. 14. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2010. – С. 102–108.

2 Глухов, Ю. П. Об одной динамической задаче для многослойной плиты на жестком основании / Ю. П. Глухов // Доповіді НАН України. – 2011. – № 8. – С. 48–53.

3 Гузь, А. Н. Механика хрупкого разрушения материалов с начальными напряжениями / А. Н. Гузь. – Киев : Наук. думка, 1983. – 296 с.

УДК 539.4:621.6

### ОПИСАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ШИНЫ КОЛЕСА С ДОРОЖНЫМ ПОКРЫТИЕМ С УЧЕТОМ ЯВЛЕНИЙ ПОЛЗУЧЕСТИ И РЕЛАКСАЦИИ

*Е. А. ГОЛУБЕВА, М. Ю. БОКИЙ, Р. А. АЛЬ-АБСИ*

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь*

В настоящее время композиты нашли широкое применение в качестве конструкционных материалов, разработаны методы оценки поведения этих материалов и конструкций при статических нагрузках, но недостаточно инженерных эффективных методов расчета, которые предлагают описания поведения конструкций слоистых элементов машин из композитов и армированных резин при контактных взаимодействиях с учетом явлений ползучести и релаксации.

В данной работе рассмотрены новые методики и методы расчета контактных взаимодействий шины колеса с покрытием дорог и описания ползучести и релаксации в покрытиях из композитов (рисунок 1).

Для реализации решения данной задачи используем аналитические подходы, с помощью которых определяем напряженно-деформированное состояние контактирующих тел.