

Литература

1. Современённые проблемы механики. Механические свойства ковалентных кристаллов. / под ред. А.М.Кривцова, О.С. Лободы СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. – 2014. –160с.
2. Саркисян С.О. Стержневая и континуально-моментные модели для деформаций двумерных наноматериалов // Физическая мезомеханика. – 2022. – Т. 25. – № 2. – С. 109 – 121.
3. Саркисян С.О. Вариационные принципы моментно-мембранной теории оболочек//Вестник Московского университета.// Серия 1. Математика. Механика. –2022. –№1. –С. 38-47.
4. Баимова Ю.А., Мулюков Р.Р. Графен, нанотрубки и другие углеродные наноструктуры. М.: Изд-во РАН. –2018. –212с.

РАСЧЕТ БЕСКОНЕЧНЫХ РЕГУЛЯРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ПОД ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

Сирош К.А.

(Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь)

Расчет регулярной системы под воздействием пространственной сосредоточенной нагрузки осуществляется итерационным алгоритмом вариационно-разностного метода (ВРМ). Объект исследования – железобетонные балки и плиты как расчетные элементы в регулярных системах на упругом основании. Система разбивается в силу регулярности и симметрии на соединенные базовые расчетные фрагменты, свободно опертые на упругое основание. На каждый базовый фрагмент действует внешняя нагрузка, перпендикулярная плоскости осей системы [1, 2]. Из упругого основания вычленяется расчетная область, на которую непосредственно опирается базовый фрагмент системы. Расчетная область представляет собой совокупность ячеек и узловых точек, полученных путем аппроксимации основания симметричной разбивочной сеткой. [1]. Принято, что осадки основания равны прогибам конструкций в регулярной системе.

В соответствии с вариационным принципом Лагранжа [3] при нагружении конструкции, лежащей на упругом слое, статической нагрузкой полная потенциальная энергия конструкции в состоянии равновесия имеет минимальное значение. Полная потенциальная энергия конструкции \mathcal{E} состоит из: энергии деформации конструкции W , энергии деформации основания U , работы внешней нагрузки P . Энергия деформации конструкции есть энергия изгиба, при условии, что сдвиговые деформации s_z , t_{yz} и t_{xz} не учитываются [4].

Регулярная бесконечная система балок. Энергия деформации – это энергия изгиба двух перекрестных балок

$$W = W_x + W_y = \frac{EJ_x}{2} \int_{-l_x}^{l_x} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} dx + \frac{EJ_y}{2} \int_{-l_y}^{l_y} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} dy, \quad (1)$$

где EJ_x, EJ_y - изгибные жесткости перекрестных балок.

Полная энергия деформации упругого основания, на котором лежит конструкция

$$U = \int_V \sigma_z \epsilon_z dz = \int_V \sigma_z dv, \quad (2)$$

где dv - элемент объема упругого основания.

Работа внешней нагрузки, приложенной к базовому фрагменту перекрестных балок

$$P = - \left(\int_{-l_x}^{l_x} q(x) w(x) dx + \int_{-l_y}^{l_y} q(y) w(y) dy \right). \quad (3)$$

Расчет регулярной системы прямоугольных плит. Энергия деформации прямоугольной плиты по формуле из монографии Лехницкого [5] учитывает кручение ортотропной плиты в плоскости XOY

$$W = \frac{1}{2} \int \left(D_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + 2D_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \times \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + D_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 4D_k \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) dx dy, \quad (4)$$

где D_x, D_y - цилиндрические жесткости изгиба ортотропной плиты вокруг осей Y и X соответственно;

$D_k (D_{xy})$ - жесткость кручения прямоугольной плиты.

Энергия деформации упругого основания

$$U = \frac{1}{2} \int_S p(x, y) w(x, y) dx dy; \quad (5)$$

где $p(x, y)$ - реактивные давления в контактной зоне конструкции.

Работа внешней нагрузки для прямоугольной плиты

$$P = - \int_S q(x, y) w(x, y) dx dy. \quad (6)$$

Замена интегродифференциальных выражений функционалов энергий конечно-разностными аппроксимациями позволяет преобразовать систему дифференциальных уравнений в систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Решение системы

позволяет найти неизвестные компоненты вектора перемещений. По вычисленным перемещениям определяются внутренние усилия в конструкциях.

В работе рассмотрен алгоритм расчета регулярных систем перекрестных балок и железобетонных плит. Дальнейшее решение численно реализуется в программе компьютерной алгебры МАТНЕМАТИСА.

Литература

1. *Козунова, О. В.* Нелинейный расчет регулярной системы железобетонных балок на упругом основании на симметричную нагрузку / О. В. Козунова, К. А. Сирош // *Механика. Исследования и инновации: международный сборник научных трудов / БелГУТ. – Гомель, 2021. – Вып. 14. – С. 97-104.*

2. *Сирош, К.А.* Расчет ортотропных плит в регулярной системе на упругом основании / К.А. Сирош // *Проблемы безопасности на транспорте : Материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 24–25 нояб. 2022 г. / Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. Ю.И. Кулаженко. – Гомель, 2022. – С. 59-61.*

3 *Александров, А.В.* Основы теории упругости и пластичности: уч. для строит. спец. вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов. – 2-е изд., испр. – М.: Высш.шк., 2002. – 400 с.

4. *Босаков, С. В.* Метод Ритца в контактных задачах теории упругости: монография / С. В. Босаков. – Брест : БрГТУ, 2006. – 107 с.

5. *Лехницкий, С.Г.* Анизотропные пластинки / С.Г. Лехницкий. - М., Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957. - 387 с.

ОЦЕНКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА

Смирнова В.В.¹, Балтин М.Э.¹, Хаматнурова Р.А.², Балтина Т.В.¹, Саченков О.А.¹
(¹Казанский федеральный университет, ²Франкфуртский университет)

Хирургическое лечение травмы спинного мозга должно проводиться как можно раньше, поскольку на первые 6-8 часов приходится 70% всех необратимых ишемических изменений, возникающих в результате сдавления спинного мозга и его сосудов. Было показано несколько многообещающих методов лечения для предотвращения вторичного повреждения и восстановления спинного мозга в месте травмы, улучшения регенерации и/или восстановления функции в моделях травмы спинного мозга у животных, но ни один из этих терапевтических подходов или их комбинаций не был признан надежным [1]. Введение высоких доз метилпреднизолона, которое было рекомендовано на основании Национальных исследований острой травмы спинного мозга, является единственным эффективным средством нейропротекции в течение 8 часов после травмы спинного мозга. Однако по протоколам Национальных исследований острой травмы спинного мозга было проведено множество исследований, кото-