

КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГИБОВ ТОНКИХ ТРЁХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН

К.С. Курочка, О.В. Роговцова
(ГГТУ им. П.О. Сухого, Гомель)

Предположим, что каждый слой пластинки несжимаем, а перемещения непрерывны при переходе с одного слоя на другой. Примем гипотезы Кирхгофа [1, 2] и рассмотрим каждый слой по отдельности. Будем аппроксимировать прямоугольными конечными элементами [1, 3]. Для первого слоя дискретная математическая модель примет вид:

$$\{R\}_1 = [K]_1 \{g\}_1,$$

где нижний индекс обозначает номер слоя пластинки, $\{R\}_1$ – вектор узловых усилий, $[K]_1$ – матрица жёсткости для 1^{го} слоя, $\{g\}_1$ – перемещения срединной плоскости 1^{го} слоя пластинки.

Решая данную систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), найдём перемещения срединной плоскости первого слоя, откуда выразим перемещения на нижней плоскости первого слоя [3]:

$$\{g^{bot}\}_1 = [L]_1 [K^{-1}]_1 \{R\}_1.$$

Рассматривая найденные перемещения как узловыи усилия для следующего слоя, получим

$$[L]_1 [K^{-1}]_1 \{R\}_1 = [K]_2 \{g\}_2.$$

Аналогично рассуждая можно выразить перемещения для третьего слоя:

$$[L]_2 [K^{-1}]_2 [L]_1 [K^{-1}]_1 \{R\}_1 = [K]_3 \{g\}_3.$$

Решая полученную СЛАУ, найдём прогибы тонкой трёхслойной пластинки.

Согласно предложенному алгоритму было разработано соответствующее программное обеспечение и проведена его верификация с решением из [2]. Максимальная погрешность составила менее 12%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быховцев, В.Е. Компьютерное моделирование систем нелинейной механики грунтов / В.Е. Быховцев, А.В. Быховцев, В.В. Бондарева. – Гомель: УО «ГТУ им. Ф. Скорины», 2002. – 215 с.

2. Старовойтов, Э.И. Основы теории упругости, пластичности и вязкоупругости: учебник для строительных специальностей вузов / Э.И. Старовойтов. – Гомель: БелГУТ, 2001. – 344 с.

3. Курочка, К.С. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния сложных систем неоднородных упруго-пластических дисперсных и сплошных твердых тел / Информатика, 2007. – №2(14). – С. 117-128.

ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПЕРЕКЛЮЧАЕМОЙ СТРУКТУРОЙ

Д.Г. Лавренко
(БГТУ, Минск)

Целью работы является синтез оптимального управления двигателем постоянного тока, используемого в главном приводе печатной машины, на базе магистрального метода оптимизации. В работе приведены момент переключения с оптимального регулятора на ПИД-регулятор и анализ точности управления. Путем математического моделирования показано, что наиболее рациональной структурой САУ является САУ с переключаемой структурой. Процесс разгона состоит из трех частей: заход на оптимальную траекторию, движение по оптимальной траектории и переключение на траекторию стабилизации. Оптимальное управление электроприводом постоянного тока синтезировано с учетом полных потерь в двигателе. Уравнения электропривода постоянного тока выражаются формулами:

$$T_M \dot{e} = iR_0 - I_C R_0, \quad \frac{Td(iR_0)}{dt} = iR_0 - e - \beta_n u; \quad (1)$$

где R_0 – сопротивление цепи якоря; i – ток двигателя; I_C – ток статической нагрузки; e – ЭДС двигателя. Критерий качества имеет вид:

$$J = \int_0^{t_f} (1 + \lambda \Delta P_\Sigma) dt \quad (2)$$

Используя магистральный метод оптимизации получено оптимальное управление: