Крайние характеристики, выпущенные из узлов (x^j, y^j) и (x^{j+1}, y^{j+1}), пересекаются в точке (x, y), которая берется в качестве нового сеточного узла. На следующем этапе выпускаются оставшиеся характеристики системы из заранее неизвестных точек отрезка, соединяющего j-й и $(j+1)$-й узлы на кривой L так, чтобы эти характеристики попали в узел (x, y).

Координаты точки выхода k-й характеристики $x_k = x^j + \xi_k \Delta x$, $y_k = y^j + \xi_k \Delta y$ вычисляются через числовой параметр $\xi_k \in (0, 1)$, для определения которого используется квадратное уравнение

$$-(\alpha_k^j + \xi_k \Delta\alpha_k)(y - y_k) + (\beta_k^j + \xi_k \Delta\beta_k)(x - x_k) = 0 .$$

Далее по интерполяционной формуле $U_k = U^j + \xi_k U^{j+1}$ с помощью выбранного корня определяется приближенное решение в точке (x_k, y_k). Аналогичная формула применяется для вычисления левых собственных векторов и матриц-коэффициентов системы в этой точке.

На последнем этапе метода вычисляются коэффициенты уравнений на характеристиках

$$Y_k(\alpha_k A_k + \beta_k B_k)(U - U_k) = Y_k F_k \Delta s_k , \qquad (3)$$

аппроксимирующих уравнения, (2), где

$$\Delta s_k^2 = (x - x_k)^2 + (y - y_k)^2 ,$$

а все величины с нижним индексом k относятся к точке выхода k-той характеристики. Решение задачи Коши строится как решение системы (3) в характеристическом треугольнике, ограниченном крайними характеристиками.

Алгоритм реализован в виде программы в системе Matlab.

Проведены расчеты линий скольжения и поля скоростей в задаче идеальной пластичности для плоскости с отверстием, нагруженным внутренним давлением [3], осесимметричной задаче о вращающемся штампе на поверхности пластического полупространства [4] и в плоской задаче о предельном равновесии сыпучей среды [5]. Результаты показали хорошую работоспособность алгоритма.

Библиографические ссылки

1. Рождественский Б. Л., Яненко Н. Н. Системы квазилинейных уравнений. М. : Наука, 1978.

2. Магомедов К. М., Холодов А.С. Сеточно-характеристические численные методы. М. : Наука, 1988.

3. Качанов Л. М. Основы теории пластичности. М. : Наука, 1969.

4. Аннин Б. Д. Двумерные подмодели идеальной пластичности при условии полной пластичности // Проблемы механики : сб. ст. к 90-летию со дня рождения А. Ю. Ишлинского. М. : Физматлит, 2003. С. 94–99.

5. Садовская О. В., Садовский В. М. Математическое моделирование в задачах механики сыпучих сред. М. : Физматлит, 2008.

M. M. Klunnikova
Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

V. M. Sadovskiy
Institute of Computational Modelling, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

ALGORITHMS OF DIRECT METHOD OF CHARACTERISTICS FOR HYPERBOLIC SYSTEMS OF QUASILINEAR FIRST-ORDER EQUATIONS

A universal computational algorithm and a computer program in the Matlab for any hyperbolic system of quasilinear equations were developed. The algorithm is applied to the calculation of the grid lines and the slip velocity vector field in the theory of limit equilibrium perfectly plastic and granular media.

© Клунникова М. М., Садовский В. М., 2012

УДК 539.3

Ю. А. Кравцова

Новокузнецкий институт (филиал) Кемеровского государственного университета, Россия, Новокузнецк

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СЕТЧАТЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ ГИПОТЕЗ ДЕФОРМИРОВАНИЯ УСИЛИВАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Представлено теоретическое описание гипотез деформирования балок гипотез Тимошенко и Сен-Венана.

Тонкостенные оболочечные конструкции находят широкое применение в ракетостроении, самолетостроении, судостроении и строительстве. Оболочки подкрепляются ребрами для увеличения прочности при незначительном увеличении массы.

Расчет устойчивости оболочек, имеющих сложную структуру, вызывает вычислительные и принципиальные трудности. Разрешение данных проблем является одной из актуальных задач разработки оболочечных конструкций.

Уравнения деформирования оболочек традиционно строятся на основе упрощающих гипотез. При расчете подкрепленной оболочки также требуется учитывать подкрепляющие элементы (ребра жесткости, шпангоуты и пр.).

В данной работе исследуется влияние выбора гипотезы при расчете устойчивости подкрепляющих элементов в сетчатых оболочках. В качестве рассматриваемых гипотез выбраны гипотеза Сен-Венана и гипотеза Тимошенко для балок и, естественно, эталонный вариант – без учета какой-либо гипотезы.

Гипотеза Сен-Венана заключается в следующем: сечение, нормальное к оси балки до деформации, не деформируется, не искривляется и остается нормальным к изогнутой оси балки после деформации. Данная гипотеза чаще всего используется, если размер сечения много меньше длины балки, т. е. прутья и тому подобные элементы.

Если размер сечения балки соизмерим с размером самой балки, представляя собой короткую балку, для которой существенно влияние сдвиговых деформаций на напряженное состояние, то логично использовать гипотезу Тимошенко.

Суть кинематической гипотезы Тимошенко для балочных конструкций: плоские до деформации поперечные сечения балки остаются после деформации плоскими, но перестают быть ортогональными к изогнутой оси.

Объектом исследования является цилиндрическая сетчатая оболочечная конструкция из композиционных материалов, содержащая некомпенсированные или усиленные окантовками вырезы технологического или конструктивного назначения. В работе [1] представлены результаты исследования устойчивости данной модели с учетом гипотезы Тимошенко для балочных элементов конструкции. В качестве метода решения задачи устойчивости выбран метод конечных элементов [2]. В дальнейшем планируется протестировать аналогичную конструкцию, но с учетом соответственно гипотезы Сен-Венана для балок. Оценка результатов будет производиться по значению трех наименьших собственных чисел, а также по полям перемещений (собственным векторам).

Сравнительный анализ должен показать, насколько употребительна та или иная гипотеза при расчете устойчивости сетчатых оболочечных конструкций с определенными геометрическими параметрами для балок: размером сечения и длиной.

Библиографические ссылки

1. Бурнышева Т. В., Кравцова Ю. А. Решение задачи устойчивости сетчатых оболочек из композиционных материалов при статическом нагружении // Науч.-техн. вестн. Поволжья, 2012. № 1. С. 101–105.

2. Бате К. Ю. Методы конечных элементов. М. : Физматлит, 2010.

Yu. A. Kravtsova

Novokuznetsk Institute (branch) of Kemerovo State University, Russia, Novokuznetsk

INVESTIGATION OF THE STABILITY OF LATTICED HULL STRUCTURES WITH THE VARIOUS HYPOTHESES OF DEFORMATION OF THE REINFORCING ELEMENTS

A theoretical description of the hypotheses Tymoshenko and Saint-Venant strain beams is presented.

© Кравцова Ю. А., 2012

УДК 004.932.2

П. Е. Кутлунин

Омский государственный университет имени Ф. М. Достоевского, Россия, Омск

МЕТОДИКА УЛУЧШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ ТАКСОНОМИИ

Разработана методика улучшения изображения на основе таксономии: исходное изображение разбивается на связные области с помощью алгоритма таксономии, самые темные области осветляются. Даны рекомендации по использованию алгоритмов таксономии.

Актуальность задачи улучшения изображения обусловлена распространением систем фото- и видеорегистрации. Системы принятия решения и распознавания образов, основанные на результатах анализа изображения, предъявляют различные требования к яркости, четкости исходного изображения [1]. Улучшение характеристик изображения может повысить надежность таких систем. Данная методика применяется для улучшения яркости изображения.

Сначала исходное изображение сжимается с целью устранения частой избыточности информации и ускорения процесса разбиения изображения на области. Затем с помощью алгоритма таксономии на изображении выделяются связные области пикселей.