В качестве тестовых моделей будут рассматриваться как однослойные модели простой структуры, так и модели более сложной структуры, представляющие собой элементы сетчатых оболочечных конструкций.

В качестве простых моделей будут рассматриваться одномерная пластина и замкнутый цилиндр, дискретизированные линейными и квадратичными треугольными элементами.

Рассмотрим в качестве элементарной расчетной области прямоугольную пластину. Одна сторона пластины жестко закреплена, а к противоположной стороне приложена растягивающая погонная сила. Для дискретизации области (рис. \*\*) используется трехузловой треугольный конечный элемент и шестиузловой треугольный конечный элемент.

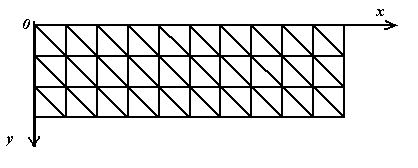


Рисунок – Дискретизация прямоугольной пластины треугольными элементами

Нумерация элементов и узлов производится по меньшей стороне[сигерлинд]. Для сравнения вычислительных затрат при использовании разных методов проводится сгущение сетки с коэффициентом не изменяя физических параметров модели(таблица\*\*).

Таблица \*\* - Параметры разбиения прямоугольной области при сгущении сетки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| коэффициент сгущения сетки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| количество узлов по меньшей стороне | 11 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 |
| количество узлов по большей стороне | 21 | 42 | 63 | 84 | 105 | 126 |
| количество узлов модели | 231 | 924 | 2079 | 3696 | 5775 | 8316 |
| количество неизвестных модели | 1386 | 5544 | 12474 | 22176 | 34650 | 49896 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| коэффициент сгущения сетки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| количество узлов по меньшей стороне | 21 | 42 | 63 | 84 | 105 | 126 |
| количество узлов по большей стороне | 41 | 82 | 123 | 164 | 205 | 246 |
| количество узлов модели | 861 | 3444 | 7749 | 13776 | 21525 | 30996 |
| количество неизвестных модели | 5166 | 20664 | 46494 | 82656 | 129150 | 185976 |

Построен портрет матрицы (рис. \*\*) для этих двух видов разбиений.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| а |  |  |
| б |  |  |

Рисунок – Треугольный конечный элемент и портрет матрицы коэффициентов разбиения пластины высотой в два элемента соответствующими конечными элементами: а) трехузловой, б) шестиузловой

Можно определить для разбиений каждым конечным элементом ширину ленты для ленточных методов и максимальный размер фронта для фронтальных. Количество степеней свобод или неизвестных в узле равняется шести[работнов, тимошенко]. Пусть количество узлов на меньшей стороне области – m, общее количество узлов модели – n. Тогда для разбиения трехузловыми конечными элементами ширина лента составляет 6(m+1), размер фронта - 6(m+1) (таблица \*\*). Для разбиения шестиузловыми конечными элементами: ширина ленты – 12m, размер фронта – 6(m+3).

Таблица \*\* - Ширина ленты и величина фронта для разбиения пластины трехузловыми элементами.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| коэффициент сгущения сетки | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ширина ленты | 72 | 138 | 270 | 534 | 1062 | 2118 |
| величина фронта | 72 | 138 | 270 | 534 | 1062 | 2118 |