УДК 514.18

Ю.В. Романова
Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна

ПОСЛІДОВНІСТЬ ПРИЗНАЧЕННЯ В'ЯЗЕЙ З НЕВІДОМИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАДАНИХ У ПЛАНІ СІТОК

У статті запропоновано послідовність призначення в'язей з невідомими коефіцієнтами, враховуючи ступінь симетрії сітки, при формуванні рівноважних покриттів.

Ключові слова: *ребристі покриття, статико-геометричний метод, система рівнянь рівноваги, коефіцієнти напруження у в'язях, топологія плоских дискретних сіток.*

Ю.В. Романова

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАЗНАЧЕНИЯ СВЯЗЕЙ С НЕИЗВЕСТНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАДАННЫХ В ПЛАНЕ СЕТЕЙ

В статье предложена последовательность назначения связей с неизвестными коэффициентами, учитывая степень симметрии сети, при формировании равновесных покрытий.

Ключевые слова: *ребристые покрытия, статико-геометрический метод, система уравнений равновесия, коэффициенты напряжения в связях, топология плоских дискретных сетей.*

J. Romanova

SEQUENCE SETTING UNKNOWN COEFFICIENTS IN RODS FOR FORMATION OF THE GIVEN GREEDS IN PLAN

This article suggests sequence of destination rods with unknown coefficients taking into account a symmetry degree of the grid, in the formation equilibrium ribbed construction.

Keywords: *ribbed constructions, static-geometric method, the system of equilibrium equations, strain coefficients in rods, discrete plain grids.*

Постановка проблеми. Геометрична модель рівноважного ребристого покриття формується статико-геометричним методом. Якщо рисунок ребер задається у плані, то число невідомих у системі рівнянь рівноваги вузлів зменшується. Відповідність між числом рівнянь і числом невідомих можна забезпечити за рахунок включення додаткових невідомих коефіцієнтів напруження в'язей сітки. Виникає необхідність у однозначній послідовності призначення таких коефіцієнтів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В'язей в заданих у плані дискретних плоских сіток буває більше, ніж число рівнянь, тому необхідно визначити в'язі, в яких коефіцієнти будуть невідомими[4].

В існуючих публікаціях автором не знайдено визначеної послідовності алгоритму призначення в'язей з невідомими коефіцієнтами .

З [1,2,3] відомо як симетрія топологічно правильних сіток впливає на число рівнянь рівноваги.

Постановка завдань. Опираючись на дослідження різноманітних малюнків ребер плоских дискретних сіток [5], скласти послідовність призначення в'язей з невідомими коефіцієнтами, з урахуванням їх степіні симетрії.

Викладення основного матеріалу. При формуванні врівноважених ребристих покриттів , число рівнянь рівноваги має дорівнювати числу невідомих. При заданих вузлах у плані, невідомими є коефіцієнти напруження. Однак в'язей у сітці буває більше, ніж число рівнянь, тому необхідно назначити в'язі, в яких коефіцієнти будуть невідомими, а в інших в'язях їх задати (k=1).

Проте не в кожній в'язі можна призначити невідомий коефіцієнт, оскільки існують деякі обмеження:

1. – У одному вузлі обов'язково сходяться як найменше дві в'язі з невідомими коефіцієнтами, оскільки двом заданим координатам вузла у плані має відповідати два невідомих коефіцієнта.

- Якщо при умові заданих координат вузла та прикладених до нього зусиль немає в'язей з невідомим коефіцієнтом напруження, вузол є неврівноваженим.

2. – Система рівнянь рівноваги не розв'язується, якщо містить лінійно-залежні рівняння. Умова залежить від координат заданих вихідних вузлів у плані.

© Ю.В. Романова

Виконання цих умов не є достатнім для однозначного вибору сукупності в'язей з невідомими коефіцієнтами напруження, але кожен з можливих варіантів дає однакові результати при знаходженні значень аплікат.

Для формалізації алгоритму вибору в'язей з невідомими коефіцієнтами, потрібно ввести умови, які гарантують однозначність цього процесу:

1.Задання послідовності обходу вузлів сітки.

Призначимо контур сітки, як «Нульовий контур». Контуру в'язей на відстані однієї клітини всередину від «Нульового контура» дамо назву «Перший контур». Тоді, зміщуючись на одну клітину всередину топологічної схеми, розташований «Другий контур» і т.д. (рис. 1).

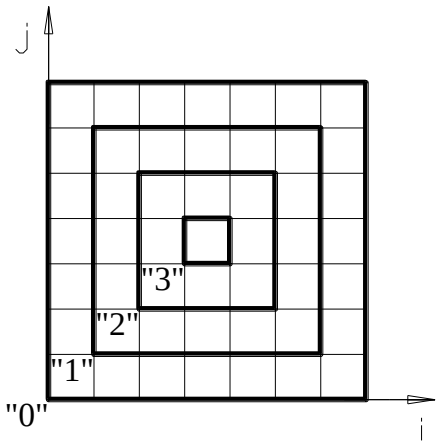


Рисунок 1

Обумовимо, що:

- обхід вузлів починається з нижнього лівого вузла, рухаючись проти годинникової стрілки.
- призначення в'язей з невідомими коефіцієнтами у вузлі починається з нижньої лівої в'язі, рухаючись проти годинникової стрілки.

2. Призначення в'язей з невідомими коефіцієнтами.

2.1. Відповідно до обмеження 1, призначаються по дві в'язі, які входять у ті вузли «Першого контура», які примикають до «Нульового контура» з кількістю в'язей у вузлі ≥ 2.

2.2. Призначаються в'язі, вузлів «Першого контура» , які примикають до «Нульового контура» однією в'яззю (за тими ж принципами: починаючи з лівої нижньої в'язі, рухаючись проти годинникової стрілки).

У цих вузлах призначається по дру́гій в'язі з невідомим коефіцієнтом з числа в'язей, які входять до складу «Першого контуру».

2.3. Якщо існують вузли «Першого контура» , які не примикають до «Нульового контура», назначаються в'язі, які у них входять зі складу «Першого контура».

2.4. Якщо між «Нульовим контуром» і «Першим контуром» та у складі «Першого контура» не існує такої кількості в'язей, щоб забезпечити по дві в'язі з невідомим коефіцієнтом на кожен вузол «Першого контура», призначаються в'язі у таких вузлах з числа в'язей, які з'єднують вузли «Першого» та «Другого» контурів.

(Далі алгоритм працює за аналогією, тобто:

2.5. Відповідно до умови 1, призначаються по дві в'язі, які входять у ті вузли «Другого контура», які примикають до «Першого контура» та їх кількість у вузлі ≥ 2. і т.д.)

На основі виконаних досліджень можна скласти *послідовність призначення в'язей з невідомими коефіцієнтами:*

1. Проаналізувати задану сітку на виконання умови:

$$b^{вн} \geq b_{min} \quad , \tag{1}$$

де $b^{вн}$ - число внутрішніх в'язей;

b_{min} - мінімальне число внутрішніх в'язей:

$$b_{min} = 2a^{вн} + 1 \tag{2}$$

де $a^{вн}$ - число внутрішніх вузлів.

2. Організувати топологію сітки, згідно з прийнятою системою відліку вузлів.

3. Задати послідовність обходу вузлів сітки, відповідно до умови 1.

4. Призначити в'язі з невідомими коефіцієнтами, відповідно до умови 2

У практичних задачах формування рівноважних структур часто зустрічаються симетричні сітки. Відомо [1,2,3], що симетрія сітки дозволяє скоротити число рівнянь в системі рівнянь рівноваги вузлів, що впливає на число невідомих коефіцієнтів у в'язях.

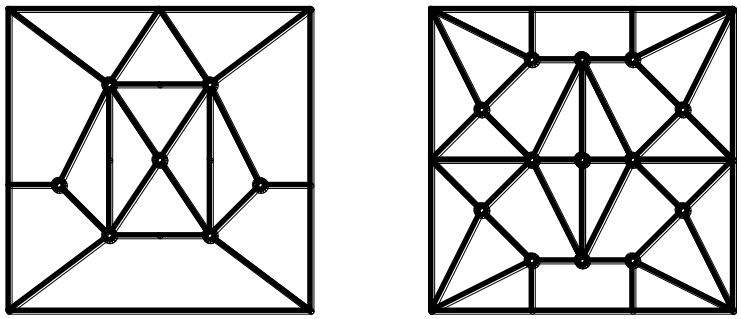
Покажемо вплив вузлів, що належать осям симетрії на число рівнянь рівноваги.

Розглянемо дзеркальну симетрію першого порядку (рис. 2а.), де число внутрішніх вузлів, які не належать осі симетрії - $a_I^{вн}$, а число вузлів, які належать осі симетрії - $a_{II}^{вн}$, де

$$a_I^{вн} + a_{II}^{вн} = a^{вн} \quad (3)$$

Оскільки одна координата вузла, що належить осі завжди дорівнює 0, то для забезпечення рівноваги такого вузла необхідно скласти лише одне рівняння. Тоді для вузлів $a_I^{вн}$ половини сітки потрібно скласти $\frac{a_I^{вн} \cdot 2}{2} = a_I^{вн}$ рівнянь, оскільки для кожного вузла потрібно скласти два рівняння, а для вузлів, що належать осі - по одному рівнянню, тоді загальне число рівнянь m буде:

$$m = a_I^{вн} + a_{II}^{вн} = a^{вн} \quad (4)$$



а. б.

Рисунок 2

Для сітки, що має симетрію другого порядку (рис.2б) для внутрішніх вузлів чверті сітки потрібно скласти $\frac{a_I^{вн} \cdot 2}{4}$ рівнянь, а для вузлів, що належать осям симетрії - $\frac{a_{II}^{вн}}{2}$. Загальне число рівнянь m дорівнює:

$$m = \frac{a_I^{вн}}{2} + \frac{a_{II}^{вн}}{2} = \frac{a^{вн}}{2} \quad (5)$$

Якщо сітка має центральний вузол, його потрібно виключити з числа $a^{вн}$, оскільки для нього не складаються рівняння рівноваги.

Аналогічно для сітки, що має симетрію *n* порядку: число рівнянь для внутрішніх вузлів, що не належать осям симетрії - $\frac{a_I^{вн}}{n}$, для вузлів, що належать осям симетрії - $\frac{a_{II}^{вн}}{n}$. Загальне число рівнянь m дорівнює:

$$m = \frac{a_I^{вн}}{n} + \frac{a_{II}^{вн}}{n} = \frac{a^{вн}}{n} \quad (6)$$

де *n* –порядок симетрії.

Для в'язей $\frac{1}{n}$ схеми призначається $\frac{a^{вн}}{n}$ невідомих коефіцієнтів, за складеною послідовністю призначення в'язей з невідомими коефіцієнтами.

Висновки. В статті визначено послідовність призначення в'язей з невідомими коефіцієнтами напруження при формуванні врівноважених ребристих покриттів. Виведено формули для підрахунку числа рівнянь рівноваги вузлів плоскої сітки з невідомими коефіцієнтами напруження у в'язях для симетричних сіток.

Список використаних джерел:

1. Ковалев С.Н. Формирование дискретных моделей поверхностей пространственных архитектурных конструкций: дисс. …д-ра техн. наук: 05.01.01/ С.Н. Ковалев.- М.:МАИ, 1986.- 320с.

2. Королюк С.В. Формообразование тентовых поверхностей с учетом деформации материала покрытий: дисс. …канд. техн. наук: 05.01.01/ С.В. Королюк.– К.:КИСИ, 1986.-164с.

3. Мостовенко О.В. Формування дискретних каркасів поверхонь врівноважених покриттів з урахуванням об'єму, що перекривається: дис. …канд. техн. наук:05.01.01/ О.В. Мостовенко.- К.:КНУБА, 2014. – 167с.

4. Романова Ю.В. Формування ребристих безмоментних покриттів з заданим рисунком ребер.//Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць. – Мелітополь, 2014. – с. 124 - 129.

5. Романова Ю.В. Геометрична систематизація безмоментних покриттів у готичній архітектурі/ Ю.В. Романова// Технічна естетика і дизайн. - К.:КНУБА, 2013, вип.12, с.178-182.

Рецензенти:

Ковальов С.М., завідувач кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки КНУБА, д.т.н., професор.

Ковальов Ю.М., завідувач кафедри комп'ютерних технологій дизайну і графіки НАУ, д.т.н., професор.

Стаття надійшла до редакції 25.12.2015.

© Ю.В. Романова