

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХПОЯСНЫХ РЕШЕТЧАТЫХ СТРУКТУР

Суванкулов Илхомжон Шахобиддинович

канд. тех. наук, Самаркандский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: suvonqulov_i@rambler.ru

Узоков Шерзод Хамидович

доцент, Самаркандский государственный архитектурно строительный институт,
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: abdali7@gmail.com

Элмонов Сирожиддин Мамадиярович

PhD, Самаркандский государственный университет, Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: elmonovsirojiddin@gmail.com

Абдумоннонов Махсуд

старший преподаватель, Самаркандский государственный архитектурно - строительный институт,
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: maqsud_a@mail.uz

SIMULATION OF TWO-BAND LATTICE STRUCTURES

Ilkhomjon Suvankulov

Cand. those. Sciences, Samarkand State University,
Republic of Uzbekistan, Samarkand

Sherzod Uzokov

Associate Professor, Samarkand State Architectural and Civil Engineering Institute,
Republic of Uzbekistan, Samarkand

Sirozhiddin Elmonov

PhD, Samarkand State University,
Republic of Uzbekistan, Samarkand

Abdumomnonov Makhsud

Art. lecturer, Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering,
Republic of Uzbekistan, Samarkand

АННОТАЦИЯ

Рассматривается вопрос статико-геометрического моделирования дискретного каркаса двухпоясных решетчатых структур. Приведена статическая модель равновесия системы.

ABSTRACT

The question of static-geometric modeling of a discrete framework of two-belt lattice structures is considered. A static system equilibrium model is presented.

Ключевые слова: моделирование, двухпоясная, структура, система, конструкция.

Keywords: modeling, two-belt, structure, system, design.

Для конструирования решетчатых структур целесообразно применять способы дискретного моделирования, в частности, статико-геометрический.

Статико-геометрический подход к формированию точечных каркасов базируется на составлении конечно-разностных уравнений равновесия, описывающих напряженное состояние системы. Внутренние напряжения в стержнях и внешняя нагрузка на систему геометрически представляются как совокупность векторных усилий.

Статико-геометрический подход к моделированию дискретных структур может быть реализован с помощью различных физических моделей / 1 /. Одной из них является модель растянутой (сжатой) сети.

Условие равновесия узла произвольной сети имеет вид:

$$Q_i + \sum_{p=1}^n R_p = 0, \quad (1)$$

где Q_i - внешняя нагрузка на узел;

$R_1, R_2, \dots, R_p, \dots, R_n$ - напряжения в связях, сходящихся в данном узле.

В простых двухъярусных решетчатых структурах имеет место совместная работа двух сетчатых структур (поясов) посредством их объединения в одно целое при помощи между поясных связей. Поэтому в данном случае равновесие пары узлов будет описываться системой уравнений вида (рис. 1):

$$\begin{cases} Q_{i,j}^b + \sum_{t=1}^n R_{t,i,j}^{b,i \pm 1, j \pm 1} + P_{n,i,j}^{b,i,j} = 0, \\ Q_{i,j}^n + \sum_{t=1}^n R_{t,i,j}^{n,i \pm 1, j \pm 1} + P_{b,i,j}^{n,i,j} = 0, \end{cases} \quad (2)$$

$R_{t,i,j}^{b,i \pm 1, j \pm 1}$ и $R_{t,i,j}^{n,i \pm 1, j \pm 1}$ - усилия в связях соответственно верхнего и нижнего поясов структуры; P - усилия в между поясных связях; t - число связей одного пояса, сходящихся в узле.

В качестве внешней нагрузки, действующей на пару соответственных узлов верхнего и нижнего поясов структуры, выступает целый комплекс независимых силовых факторов:

$$Q_{i,j} = Q_{i,j}^{\Pi} + Q_{i,j}^p + Q_{i,j}^{P.ст.} + Q_{i,j}^{И.об.} + Q_{i,j}^{Сн.} + Q_{i,j}^{Вт.} + Q_{i,j}^{Уз.эл.} \quad (3)$$

где $Q_{i,j}^{\Pi}$ - вес покрытия верхнего и нижнего пояса;

$Q_{i,j}^p$ - вес распорных стоек (подвесок); p ст

$Q_{i,j}^{P.ст.}$ - вес ребер структуры;

$Q_{i,j}^{И.об.}$ - вес инженерного оборудования;

$Q_{i,j}^{Сн.}$ - снеговая нагрузка;

$Q_{i,j}^{Вт.}$ - ветровая нагрузка;

$Q_{i,j}^{Уз.эл.}$ - вес узлового элемента.

Определение величин, входящих в (3) проводится из следующих соотношений

$$Q_{i,j}^{\Pi} = \frac{1}{N} (S^n \delta^n \gamma^n), \quad (4)$$

где S^n - площадь покрытия;

δ^n - толщина покрытия;

γ^n - удельный вес покрытия;

N - количество узлов структуры.

Вес распорных стоек (подвесок) определяется по следующей формуле:

$$Q_{i,j}^p = S_{i,j}^p \gamma_{i,j}^p l_{n,i,j}^p, \quad (5)$$

где $S_{i,j}^p$ - поперечное сечение стойки (подвески);

$\gamma_{i,j}^p$ - удельный вес стойки (подвески);

$$l_{n,i,j}^{B,I,J} = \sqrt{(x_{i,j}^B - x_{i,j}^H)^2 + (y_{i,j}^B - y_{i,j}^H)^2 + (z_{i,j}^B - z_{i,j}^H)^2}, \quad (6)$$

Формула для определения веса ребер структуры имеет вид:

$$Q_{i,j}^{P.ct.} = \frac{S_{i,j}^{P.ct.} \gamma^{P.ct.}}{2} \left(\sum_{t=1}^n l_{i,j}^{B,t} + \sum_{t=1}^n l_{i,j}^{H,t} \right) = 0 \quad (7)$$

где $S_{i,j}^{P.ct.}$ - поперечное сечение ребер;

$\gamma^{P.ct.}$ - удельный вес ребер;

n и m - количество ребер, сходящихся в соответствующих узлах верхнего и нижнего пояса.

Ветровые и снеговые нагрузки на узлах определяются в соответствии с действующими правилами.

Усилие, возникающее в связи, соединяющей соответствующие узлы верхнего и нижнего пояса, равны по модулю, но противоположно направлены.

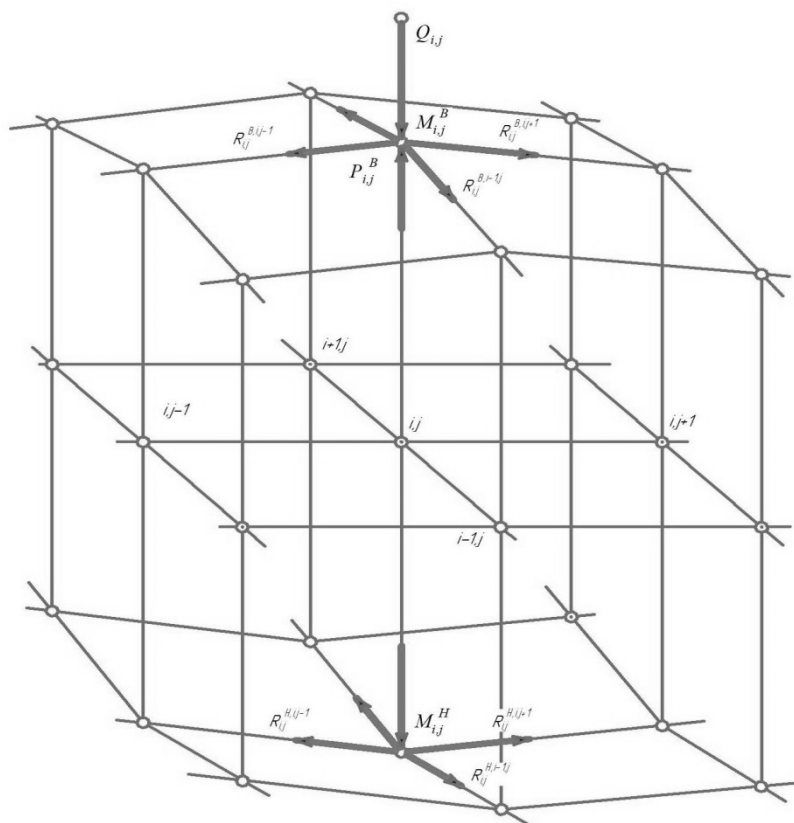


Рисунок 1. Двухъярусная решетчатая структура с четырехугольными ячейками

Статическая модель равновесия, описываемая (2) для каждого из случаев, показанных на рисунке 1. система векторных уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} Q_{i,j}^b + R_{i,j}^{b,i,j+1} + R_{i,j}^{b,i,j-1} + R_{i,j}^{b,i+1,j} + R_{i,j}^{b,i-1,j} + P_{i,j}^b = 0 \\ Q_{i,j}^H + R_{i,j}^{H,i,j+1} + R_{i,j}^{H,i,j-1} + R_{i,j}^{H,i+1,j} + R_{i,j}^{H,i-1,j} + P_{i,j}^H = 0 \end{cases} \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} R_{i,j}^{b,i+1,j} &= f(x_{i,j}^b, y_{i,j}^b, z_{i,j}^b, x_{i+1,j}^b, y_{i+1,j}^b, z_{i+1,j}^b); \\ R_{i,j}^{b,i,j+1} &= f(x_{i,j}^b, y_{i,j}^b, z_{i,j}^b, x_{i,j+1}^b, y_{i,j+1}^b, z_{i,j+1}^b); \\ R_{i,j}^{b,i-1,j} &= f(x_{i,j}^b, y_{i,j}^b, z_{i,j}^b, x_{i-1,j}^b, y_{i-1,j}^b, z_{i-1,j}^b); \\ R_{i,j}^{b,i,j-1} &= f(x_{i,j}^b, y_{i,j}^b, z_{i,j}^b, x_{i,j-1}^b, y_{i,j-1}^b, z_{i,j-1}^b); \\ R_{i,j}^{H,i+1,j} &= f(x_{i,j}^H, y_{i,j}^H, z_{i,j}^H, x_{i+1,j}^H, y_{i+1,j}^H, z_{i+1,j}^H); \\ R_{i,j}^{H,i,j+1} &= f(x_{i,j}^H, y_{i,j}^H, z_{i,j}^H, x_{i,j+1}^H, y_{i,j+1}^H, z_{i,j+1}^H); \\ R_{i,j}^{H,i-1,j} &= f(x_{i,j}^H, y_{i,j}^H, z_{i,j}^H, x_{i-1,j}^H, y_{i-1,j}^H, z_{i-1,j}^H); \\ R_{i,j}^{H,i,j-1} &= f(x_{i,j}^H, y_{i,j}^H, z_{i,j}^H, x_{i,j-1}^H, y_{i,j-1}^H, z_{i,j-1}^H); \\ P_{i,j}^b &= F(x_{i,j}^b, y_{i,j}^b, z_{i,j}^b); \\ P_{i,j}^H &= F(x_{i,j}^H, y_{i,j}^H, z_{i,j}^H); \\ Q_{i,j} &= \varphi(x_{i,j}^b, y_{i,j}^b, z_{i,j}^b, x_{i,j}^H, y_{i,j}^H, z_{i,j}^H) \end{aligned} \quad (9)$$

Список литературы:

1. Ковалев С.Н. Формирование дискретных моделей поверхностей пространственных архитектурных конструкций: Дисс....докт. техн. наук. – М. : МАИ, 1986. - 348 с.
2. Ковалев С.Н. Формирование растянутой сети под действием нормальной нагрузки // Прикл. Геометрия и инж. Графика. – Киев: Будівельник, 1988. – Вып. 45. – с. 17-19.
3. Михайленко В.Е., Ковалев С.Н., Сазонов К.А. Форма образование большепролетных покрытий в архитектуре. - Киев: Высшая школа, 1987. 189 с.
4. Михайленко В.Е., Ковалев С.Н., Тукаев С.К. Особенности конструирования стержне-вантовых покрытий // Прикладная геометрия и инж. графика. – Киев:, 1979. – Высшая школа. 28. - С . 3 – 6.
5. Суванкулов И.Ш. Об одном способе формирования двухпоясного мембранного покрытия и управления ее формой // Прикл. геометрия и инж. графика. – Киев: Будівельник, 1988. – Вып. 46. – с. 96-98.