

ФОРМОУТВОРЕННЯ ТРАНСФОРМОВАНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ЗОНТИЧНОЇ СИСТЕМИ З УРАХУВАННЯМ ШВІВ Δmin .

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Створено модель складчастої трансформованої системи з урахуванням швів Δmin_1 , Δmin_2 і Δmin_3 . Досліджено параметри положення векторів та координат вершин ламаних. Розроблено методуку для формування будь-якої моделі СТС Sn.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку просторових конструкцій переконливо доведена техніко-економічна ефективність застосування в будівництві складчастих трансформованих систем (СТС). Відомо, що створення трансформованих систем із модульних елементів з мінімальною кількістю типорозмірів дає значний економічний ефект в багатьох напрямках. Для застосування принципів в процесі проектування трансформованих структур, необхідно описання їхніх проектувальних параметрів. Методи аналітичної геометрії дозволяють дуже швидко отримувати вичерпну інформацію про конструктивні форми, відбирати варіанти, що відповідають вимогам, за яким можна відтворювати графічну плоску або просторову модель. Тому створення методик для конструювання геометричних моделей плоских та просторових складчастих систем з різними схемами трансформацій є важливим напрямком і є досить актуальним завданням.

Мета статті. Розробити методуку формоутворення трансформованої енергоефективної зонтичної системи з урахуванням швів Δmin .

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розробкою і дослідженням трансформованих систем займалися Вартанян О. М., Фесан А. М., Шихієв І. С., Гладиш К. К., Нікітенко О. П., Мішанін І. Н. та інші. В їхніх наукових роботах розроблено, досліджено та запропоновано різноманітну кількість трансформованих конструкцій і систем.

Основна частина. Відомо, що площа добре може бути поділена на багатогранні елементи. Перетворюючи їх відсіки за допомогою лінійних перетворень можна отримувати відсіки інших поверхонь. Відхилення форми поверхні, залежить від вигляду, значень параметрів перетворення, що обмежені допустимою шириною швів між плитами паркета і допустимою товщиною елементів. З метою уніфікації поверхонь використовують лінійні перетворення, які можуть бути застосовані за допомогою спеціальних векторних перетворень.

Значення параметра перетворення при якому досягнуто максимально допустимих величин, називається граничним параметром. Кожному граничному параметру відповідає відповідна поверхня. Змінюючи параметр перетворення від 0 до граничного значення, можна отримати однопараметричне сімейство площин, що складаються з гранних пластинчастих елементів.

Задамо паралельно площині XOY вектор $\vec{r}_{1,1}(M_{1,1}; M_{2,1})$ і вектор $\vec{q}_{1,2}(M_{1,1} + \Delta \min_1; M_{2,1} + \Delta \min_1)$. Необхідно знайти координати розташування вектора $\vec{p}_n(M_x + \Delta \min_3; M_y + \Delta \min_3)$ і сформулювати вихідну модель СТCS_n з урахуванням швів $\Delta \min_1$ і $\Delta \min_2$,

де $\Delta \min_1$ – розмір поздовжніх швів;

$\Delta \min_2$ – розмір поперечних швів;

$\Delta \min_3$ – розмір діагональних швів.

Для формування підсистеми вихідної моделі виконуємо наступні умови:

1) Вектор $\vec{r}_{1,1}(M_{1,1}; M_{2,1})$ в вершині $M_{2,1}$, за допомогою методу конгруентних перетворень обертаємо на кут $\alpha_{1,1}$. Отримаємо вектор $\vec{r}_{2,1}(M_{2,1}; M_{3,1})$.

2) Пункт (1) виконуємо n - кількість разів для заданої СТCS S_n , де n – число сторін рівностороннього багатогранника. В даному випадку (рис. 1) отримали геометричну модель у якій вектори і кути рівні:

$$\vec{r}_{1,1}(M_{1,1}; M_{2,1}) = \vec{r}_{2,1}(M_{2,1}; M_{3,1}) = \vec{r}_{3,1}(M_{3,1}; M_{4,1}) = \vec{r}_{4,1}(M_{4,1}; M_{1,1});$$

$$\alpha_{1,1} = \alpha_{1,2} = \alpha_{1,3} = \alpha_{1,4} = 90^\circ.$$

Знаходимо координати вершин ламаної:

$$X_{m_{2,1}} = X_{m_{1,1}} + X\vec{r}_{1,1}; Y_{m_{2,1}} = Y_{m_{1,1}} + Y\vec{r}_{1,1}; Z_{m_{2,1}} = 0. \quad (1)$$

$$X_{m_{3,1}} = X_{m_{2,1}} + X\vec{r}_{2,1}; Y_{m_{3,1}} = Y_{m_{2,1}} + Y\vec{r}_{2,1}; Z_{m_{3,1}} = 0.$$

$$X_{m_{4,1}} = X_{m_{3,1}} + X\vec{r}_{3,1}; Y_{m_{4,1}} = Y_{m_{3,1}} + Y\vec{r}_{3,1}; Z_{m_{4,1}} = 0,$$

де $X\vec{r}_{n,n}, Y\vec{r}_{n,n}$ – координати відповідних векторів.

3) Вектор $\vec{q}_{1,2}(M_{1,1} + \Delta \min_1; M_{2,1} + \Delta \min_1)$ у вершині $m_{1,3}$ обертаємо на кут α_{cost} (для будь-якої системи $\alpha_{cost} = 90^\circ$) і отримуємо вектор $\vec{r}_{1,3}(M_{1,3}; M_{1,4})$. Тоді координати вершин другої ламаної будуть:

$$X_{m_{1,2}} = X_{m_{1,1}} + \Delta \min_1; Y_{m_{2,1}} = Y_{m_{1,1}} + \Delta \min_1; Z_{m_{1,2}} = 0.$$

$$X_{m_{1,3}} = X_{m_{2,1}} + \Delta \min_1; Y_{m_{3,1}} = Y_{m_{2,1}} + \Delta \min_1; Z_{m_{1,3}} = 0. \quad (2)$$

$$X_{m_{1,4}} = X_{m_{1,3}} + X\vec{r}_{1,3}; Y_{m_{1,4}} = Y_{m_{1,3}} + Y\vec{r}_{1,3}; Z_{m_{1,4}} = 0.$$

4) Вектор $\vec{r}_{1,3}(M_{1,3}; M_{1,4})$ паралельно переносимо на величину шва $\Delta \min_2$ і отримаємо вектор $\vec{q}_{1,5}(M_{1,5}; M_{1,6})$. У вершині $m_{1,6}$ обертаємо вектор $\vec{q}_{1,5}$ на кут α_{cost} і отримаємо вектор $\vec{r}_{1,6}(M_{1,6}; M_{1,7})$. У вершині $m_{1,7}$ обертаємо вектор $\vec{r}_{1,6}$ на кут α_{cost} і отримаємо вектор $\vec{r}_{1,7}(M_{1,7}; M_{1,8})$. Початок вектора $\vec{q}_{1,5}(M_{1,5}; M_{1,6})$ і кінець вектора $\vec{r}_{1,7}(M_{1,7}; M_{1,8})$ задає положення вектора $\vec{r}_{1,8}(M_{1,8}; M_{1,5})$. Отже, координати вершин третьої ламаної будуть:

$$X_{m_{1,5}} = X_{m_{1,4}} + \Delta \min_2; Y_{m_{1,5}} = Y_{m_{1,4}} + \Delta \min_2; Z_{m_{1,5}} = 0.$$

$$X_{m_{1,6}} = X_{m_{1,3}} + \Delta \min_2; Y_{m_{1,6}} = Y_{m_{1,3}} + \Delta \min_2; Z_{m_{1,6}} = 0. \quad (3)$$

$$X_{m_{1,7}} = X_{m_{1,6}} + X\vec{r}_{1,6}; Y_{m_{1,7}} = Y_{m_{1,6}} + Y\vec{r}_{1,6}; Z_{m_{1,7}} = 0.$$

$$X_{m_{1,8}} = X_{m_{1,7}} + X\vec{r}_{1,7}; Y_{m_{1,8}} = Y_{m_{1,7}} + Y\vec{r}_{1,7}; Z_{m_{1,8}} = 0.$$

* Вектор $\vec{r}_{1,1}$ має початком точку $m_{1,1}(X_{m_{1,1}}; Y_{m_{1,1}})$, а кінцем точку $m_{2,1}(X_{m_{2,1}}; Y_{m_{2,1}})$. Тоді координати вектора $\vec{r}_{1,1}(M_{1,1}; M_{2,1})$: $M_{1,1} = X_{m_{2,1}} - X_{m_{1,1}}$ і $M_{2,1} = Y_{m_{2,1}} - Y_{m_{1,1}}$.

5) Вектор $\vec{r}_{1,6}(M_{1,6}; M_{1,7})$ паралельно переносимо на величину шва Δmin_1 і отримуємо вектор $\vec{q}_{1,9}(M_{1,9}; M_{1,10})$. У вершині $m_{1,10}$ вектор $\vec{q}_{1,9}$ обертаємо на кут α_{cost} і отримуємо вектор $\vec{r}_{1,10}(M_{1,10}; M_{1,11})$. Сума векторів $\vec{q}_{1,9}(M_{1,9}; M_{1,10}) + \vec{r}_{1,10}(M_{1,10}; M_{1,11}) = \vec{r}_{1,11}(M_{1,9}; M_{1,11})$. Координати вершин четвертої ламаної:

$$\begin{aligned} X_{m_{1,9}} &= X_{m_{1,6}} + \Delta min_1; Y_{m_{1,9}} = Y_{m_{1,6}} + \Delta min_1; Z_{m_{1,9}} = 0. \\ X_{m_{1,10}} &= X_{m_{1,7}} + \Delta min_1; Y_{m_{1,10}} = Y_{m_{1,7}} + \Delta min_1; Z_{m_{1,10}} = 0. \\ X_{m_{1,11}} &= X_{m_{1,10}} + X_{\vec{r}_{1,10}}; Y_{m_{1,11}} = Y_{m_{1,10}} + Y_{\vec{r}_{1,10}}; Z_{m_{1,11}} = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

6) Пункти (3)-(5) виконуються для кожної підсистеми відповідну кількість разів до знаходження всіх вершин ламаних і координат направлених векторів.

У випадку зображеному на рис. 1 знайдено параметри вектора $\vec{r}_{1,11}(M_{1,9}; M_{1,11})$, тоді переносимо вектор на величину шва Δmin_3 і отримуємо координати шуканого вектора:

$$\vec{p}_n(M_{1,9} + \Delta min_3; M_{1,11} + \Delta min_3).$$

Виконуючи пункти (1)-(6) для кожної СТС S_n знаходимо координати вершин ламаних:

$$\begin{aligned} & m_{2,1}; m_{2,2}; m_{2,3} \dots m_{2,11} \dots m_{2,n}; \\ & m_{3,1}; m_{3,2}; m_{3,3} \dots m_{3,11} \dots m_{3,n}; \\ & m_{4,1}; m_{4,2}; m_{4,3} \dots m_{4,11} \dots m_{4,n}; \\ & m_{n+1,1}; m_{n+1,2}; m_{n+1,3} \dots m_{n+1,11} \dots m_{n+1,n}. \end{aligned}$$

Відповідне розташування всіх вершин шуканих ламаних задає формотворчу область вихідної моделі СТС S_n у горизонтальній площині XOY . Параметри форми ланок ламаних знаходимо з умов формування геометричної моделі СТС [3].

Отже, побудова системи S_4 (рис.1) з урахуванням швів Δmin_1 , Δmin_2 і Δmin_3 формується по координатам вершин ламаних:

$$\begin{cases} X_{m_{2,1}} = X_{m_{1,1}} + X_{\vec{r}_{1,1}}; Y_{m_{2,1}} = Y_{m_{1,1}} + Y_{\vec{r}_{1,1}}; Z_{m_{2,1}} = 0; \\ X_{m_{3,1}} = X_{m_{2,1}} + X_{\vec{r}_{2,1}}; Y_{m_{3,1}} = Y_{m_{2,1}} + Y_{\vec{r}_{2,1}}; Z_{m_{3,1}} = 0; \\ X_{m_{4,1}} = X_{m_{3,1}} + X_{\vec{r}_{3,1}}; Y_{m_{4,1}} = Y_{m_{3,1}} + Y_{\vec{r}_{3,1}}; Z_{m_{4,1}} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m_{1,2}} = X_{m_{1,1}} + \Delta min_1; Y_{m_{1,2}} = Y_{m_{1,1}} + \Delta min_1; Z_{m_{1,2}} = 0; \\ X_{m_{2,2}} = X_{m_{2,1}} + \Delta min_1; Y_{m_{2,2}} = Y_{m_{2,1}} + \Delta min_1; Z_{m_{2,2}} = 0; \\ X_{m_{3,2}} = X_{m_{3,1}} + \Delta min_1; Y_{m_{3,2}} = Y_{m_{3,1}} + \Delta min_1; Z_{m_{3,2}} = 0; \\ X_{m_{4,2}} = X_{m_{4,1}} + \Delta min_1; Y_{m_{4,2}} = Y_{m_{4,1}} + \Delta min_1; Z_{m_{4,2}} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m_{1,3}} = X_{m_{2,1}} + \Delta min_1; Y_{m_{1,3}} = Y_{m_{2,1}} + \Delta min_1; Z_{m_{1,3}} = 0; \\ X_{m_{2,3}} = X_{m_{3,1}} + \Delta min_1; Y_{m_{2,3}} = Y_{m_{3,1}} + \Delta min_1; Z_{m_{2,3}} = 0; \\ X_{m_{3,3}} = X_{m_{4,1}} + \Delta min_1; Y_{m_{3,3}} = Y_{m_{4,1}} + \Delta min_1; Z_{m_{3,3}} = 0; \\ X_{m_{4,3}} = X_{m_{1,1}} + \Delta min_1; Y_{m_{4,3}} = Y_{m_{1,1}} + \Delta min_1; Z_{m_{4,3}} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m1,4} = X_{m1,3} + X_{\overline{r_{1,3}}}; Y_{m1,4} = Y_{m1,3} + Y_{\overline{r_{1,3}}}; Z_{m1,4} = 0; \\ X_{m2,4} = X_{m2,3} + X_{\overline{r_{2,3}}}; Y_{m2,4} = Y_{m2,3} + Y_{\overline{r_{2,3}}}; Z_{m2,4} = 0; \\ X_{m3,4} = X_{m3,3} + X_{\overline{r_{3,3}}}; Y_{m3,4} = Y_{m3,3} + Y_{\overline{r_{3,3}}}; Z_{m3,4} = 0; \\ X_{m4,4} = X_{m4,3} + X_{\overline{r_{4,3}}}; Y_{m4,4} = Y_{m4,3} + Y_{\overline{r_{4,3}}}; Z_{m4,4} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m1,5} = X_{m1,4} + \Delta min_2; Y_{m1,5} = Y_{m1,4} + \Delta min_2; Z_{m1,5} = 0; \\ X_{m2,5} = X_{m2,4} + \Delta min_2; Y_{m2,5} = Y_{m2,4} + \Delta min_2; Z_{m2,5} = 0; \\ X_{m3,5} = X_{m3,4} + \Delta min_2; Y_{m3,5} = Y_{m3,4} + \Delta min_2; Z_{m3,5} = 0; \\ X_{m4,5} = X_{m4,4} + \Delta min_2; Y_{m4,5} = Y_{m4,4} + \Delta min_2; Z_{m4,5} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m1,6} = X_{m1,3} + \Delta min_2; Y_{m1,6} = Y_{m1,3} + \Delta min_2; Z_{m1,6} = 0; \\ X_{m2,6} = X_{m2,3} + \Delta min_2; Y_{m2,6} = Y_{m2,3} + \Delta min_2; Z_{m2,6} = 0; \\ X_{m3,6} = X_{m3,3} + \Delta min_2; Y_{m3,6} = Y_{m3,3} + \Delta min_2; Z_{m3,6} = 0; \\ X_{m4,6} = X_{m4,3} + \Delta min_2; Y_{m4,6} = Y_{m4,3} + \Delta min_2; Z_{m4,6} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m1,7} = X_{m1,6} + X_{\overline{r_{1,6}}}; Y_{m1,7} = Y_{m1,6} + Y_{\overline{r_{1,6}}}; Z_{m1,7} = 0; \\ X_{m2,7} = X_{m2,6} + X_{\overline{r_{2,6}}}; Y_{m2,7} = Y_{m2,6} + Y_{\overline{r_{2,6}}}; Z_{m2,7} = 0; \\ X_{m3,7} = X_{m3,6} + X_{\overline{r_{3,6}}}; Y_{m3,7} = Y_{m3,6} + Y_{\overline{r_{3,6}}}; Z_{m3,7} = 0; \\ X_{m4,7} = X_{m4,6} + X_{\overline{r_{4,6}}}; Y_{m4,7} = Y_{m4,6} + Y_{\overline{r_{4,6}}}; Z_{m4,7} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m1,8} = X_{m1,7} + X_{\overline{r_{1,7}}}; Y_{m1,8} = Y_{m1,7} + Y_{\overline{r_{1,7}}}; Z_{m1,8} = 0; \\ X_{m2,8} = X_{m2,7} + X_{\overline{r_{2,7}}}; Y_{m2,8} = Y_{m2,7} + Y_{\overline{r_{2,7}}}; Z_{m2,8} = 0; \\ X_{m3,8} = X_{m3,7} + X_{\overline{r_{3,7}}}; Y_{m3,8} = Y_{m3,7} + Y_{\overline{r_{3,7}}}; Z_{m3,8} = 0; \\ X_{m4,8} = X_{m4,7} + X_{\overline{r_{4,7}}}; Y_{m4,8} = Y_{m4,7} + Y_{\overline{r_{4,7}}}; Z_{m4,8} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m1,9} = X_{m1,6} + \Delta min_1; Y_{m1,9} = Y_{m1,6} + \Delta min_1; Z_{m1,9} = 0; \\ X_{m2,9} = X_{m2,6} + \Delta min_1; Y_{m2,9} = Y_{m2,6} + \Delta min_1; Z_{m2,9} = 0; \\ X_{m3,9} = X_{m3,6} + \Delta min_1; Y_{m3,9} = Y_{m3,6} + \Delta min_1; Z_{m3,9} = 0; \\ X_{m4,9} = X_{m4,6} + \Delta min_1; Y_{m4,9} = Y_{m4,6} + \Delta min_1; Z_{m4,9} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m1,10} = X_{m1,7} + \Delta min_1; Y_{m1,10} = Y_{m1,7} + \Delta min_1; Z_{m1,10} = 0; \\ X_{m2,10} = X_{m2,7} + \Delta min_1; Y_{m2,10} = Y_{m2,7} + \Delta min_1; Z_{m2,10} = 0; \\ X_{m3,10} = X_{m3,7} + \Delta min_1; Y_{m3,10} = Y_{m3,7} + \Delta min_1; Z_{m3,10} = 0; \\ X_{m4,10} = X_{m4,7} + \Delta min_1; Y_{m4,10} = Y_{m4,7} + \Delta min_1; Z_{m4,10} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{m1,11} = X_{m1,10} + X_{\overline{r_{1,10}}}; Y_{m1,11} = Y_{m1,10} + Y_{\overline{r_{1,10}}}; Z_{m1,8} = 0; \\ X_{m2,11} = X_{m2,10} + X_{\overline{r_{2,10}}}; Y_{m2,11} = Y_{m2,10} + Y_{\overline{r_{2,10}}}; Z_{m2,8} = 0; \\ X_{m3,11} = X_{m3,10} + X_{\overline{r_{3,10}}}; Y_{m3,11} = Y_{m3,10} + Y_{\overline{r_{3,10}}}; Z_{m3,8} = 0; \\ X_{m4,11} = X_{m4,10} + X_{\overline{r_{4,10}}}; Y_{m4,11} = Y_{m4,10} + Y_{\overline{r_{4,10}}}; Z_{m4,8} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overrightarrow{p_{1,4}}(m_{4,9} + \Delta min_3; m_{4,11} + \Delta min_3) = \overrightarrow{r_{1,4}}(m_{4,9} + \Delta min_3; m_{4,11} + \Delta min_3); \\ \overrightarrow{p_{2,4}}(m_{1,9} + \Delta min_3; m_{1,11} + \Delta min_3) = \overrightarrow{r_{2,4}}(m_{1,9} + \Delta min_3; m_{1,11} + \Delta min_3); \\ \overrightarrow{p_{3,4}}(m_{2,9} + \Delta min_3; m_{2,11} + \Delta min_3) = \overrightarrow{r_{3,4}}(m_{2,9} + \Delta min_3; m_{2,11} + \Delta min_3); \\ \overrightarrow{p_{4,4}}(m_{3,9} + \Delta min_3; m_{3,11} + \Delta min_3) = \overrightarrow{r_{4,4}}(m_{3,9} + \Delta min_3; m_{3,11} + \Delta min_3). \end{cases}$$

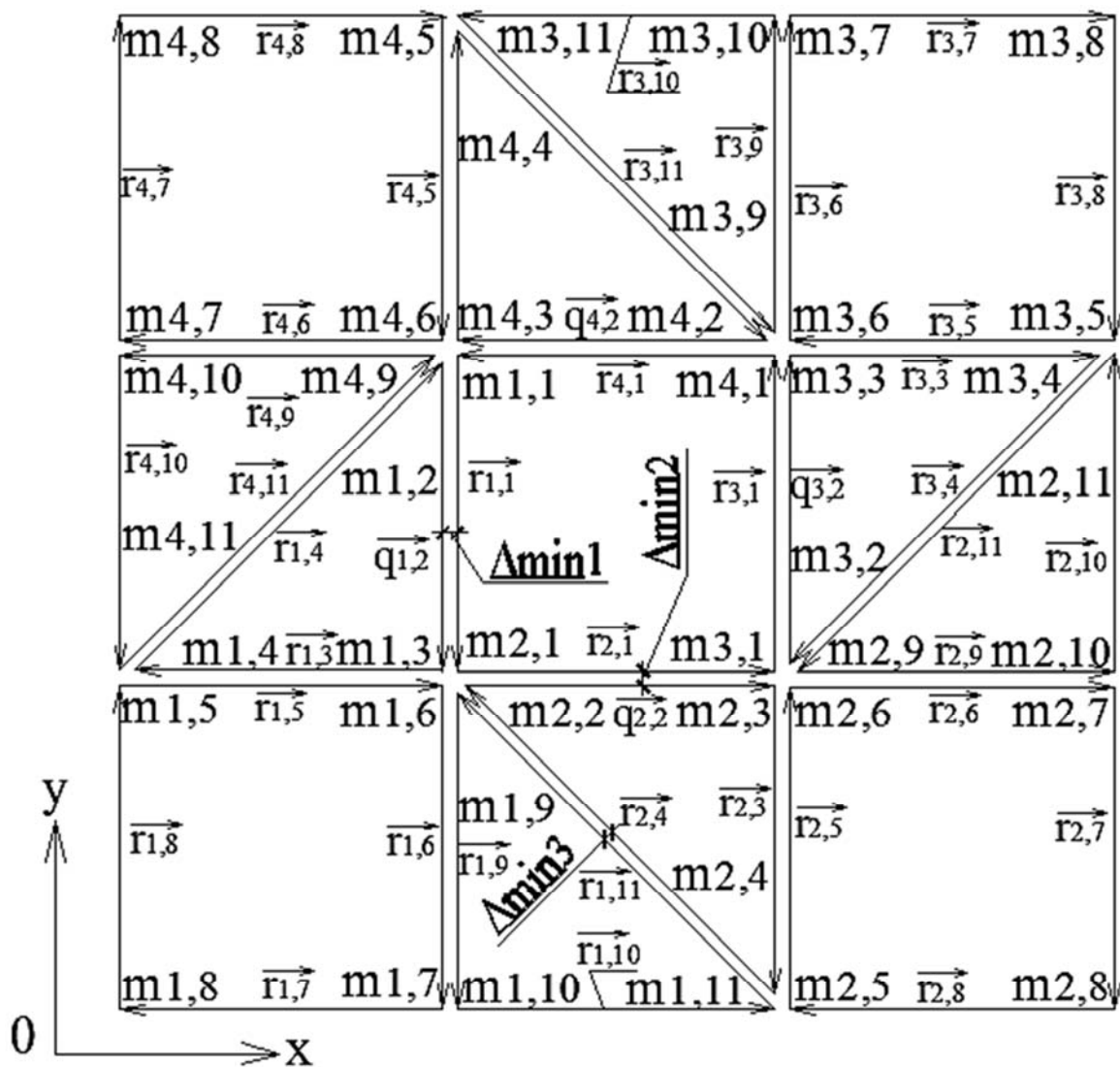


Рис. 1. Система S_4 з урахуванням швів Δmin_1 , Δmin_2 і Δmin_3

Перспективи подальших досліджень. Досліджуватимуться геометричні параметри систем S_n . Розроблюватиметься математична модель трансформації системи S_n .

Висновки. Створено модель складчастої трансформованої системи з урахуванням швів Δmin_1 , Δmin_2 і Δmin_3 , що дає перспективу для подальшої розробки зонтичної трансформованої сонцезахисної системи з матеріалів невеликої товщини. Досліджено параметри положення векторів та координат вершин ламаних, на основі яких можна створити алгоритм проектування системи обчислення на ЕОМ. Розроблено методику для формування будь-якої моделі $CTCS_n$.

Література

1. *Лісун І. С.* Складчаста трансформована система, як об'єкт сонцезахисту на прикладі зимового саду житлового будинку / *І. С. Лісун* // «Енергоефективність в будівництві та архітектурі : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2014. – Вип. 6. – С. 177–182.
2. *Лісун І. С.* Трансформовані складчасті конструкції в будівництві / *І. С. Лісун* // «Теорія та практика дизайну» (технічна естетика) : зб. наук. пр. – К. : «Дія», 2014. – Вип. 6. – С. 108–116.
3. *Плоский В. О.* Методика побудови складчастої трансформованої системи S_n / *В. О. Плоский., І. С. Лісун* // «Сучасні проблеми моделювання». – Мелітополь : МДПУ ім. Богдана Хмельницького, 2014. – Вип. 2. – стор. 83-87.
4. *Фесан О. М.* Геометричне моделювання і автоматизація проектування трансформованих складчастих структур: дис.канд. техн. наук / *О. М. Фесан.* – К., 1981 – 224 с.
5. *Frey Otto.* Special issue devoted to the exhibition organized by the Museum of Modern Art : «The work of Frey Otto and his team's 1955-1976» / *Otto Frey.* – New York, 1971. – P. 64.

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗОНТИЧНЫХ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ШВОВ Δmin .

Лісун І. С.

Создана модель складчастої трансформированной системы с учетом швов Δmin_1 , Δmin_2 и Δmin_3 . Исследованы параметры положения векторов и координат вершин ломаных. Разработана методика для формирования любой модели СТС S_n .

FORMATION A TRANSFORMED ENERGY EFFICIENT UMBELLATE SYSTEM WITH FORMATION A TRANSFORMED ENERGY EFFICIENT UMBELLATE SYSTEM WITH STITCHES Δmin .

Iryna Lisun

The model folded transformed system taking into account the seams Δmin_1 , Δmin_2 and Δmin_3 . Investigated parameters the position vectors and the coordinates of vertices the polygonal lines. Developed a method for the formation of any models FTS S_n .