

УДК515.2

А. В. Золотова

кандидат технічних наук КНУБА

ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИКО-ГЕОМЕТРИЧНОГО МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ПОКРИТТІВ

Анотація: в статті розглянуто формування каркаса поверхні покриття театру на опорному контурі довільної форми під дією рівномірно-кускового розподілу зовнішнього навантаження. Використано статико-геометричний метод (СГМ) формування дискретного каркасу складеної поверхні в параметричному вигляді.

Ключові слова: статико-геометричний метод, дискретний каркас, врівноважена поверхня, геометрична модель покриття.

Вступ. У сучасній архітектурі все частіше використовують конструкції з криволінійними контурами. Один із способів їх створення – використання покриттів на основі сітчастих оболонок складної геометричної форми, що дозволяє створювати унікальні архітектурні споруди з гармонійним сучасним дизайном. До переваг оболонок-покриттів відноситься по-перше – здатність перекривати великий прогін без проміжних опор, по-друге – можливість покривати різноманітні за конфігурацією плану архітектурні споруди. За допомогою сітчастих оболонок можна створити максимально різноманітні за формою поверхні. Це відповідає актуальній останніми роками тенденції в сучасній архітектурі – створення гармонійних за формоутворенням будівель, які органічно вписуються до навколишнього ландшафту. Але описати ці поверхні простим аналітичним рівнянням неможливо. Тому для їх формування доцільно застосувати СГМ, якій дозволяє отримати дискретні каркаси врівноважених поверхонь складної геометричної форми з відсіків простих поверхонь із забезпеченням їх гладкого стику.

Мета статті та постановка задачі. Метою даної роботи - показати застосування СГМ в задачах проектування криволінійних поверхонь покриттів в архітектурі. Сформував дискретний каркас криволінійної поверхні покриття архітектурного об'єкту за заданими вихідними даними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основи СГМ моделювання неперервних поверхонь викладено в [1]. У роботах [2], [3] і [4] було розглянуто питання формування дискретного каркасу складеної поверхні статико-геометричним методом під дією рівномірно-кускового навантаження.

Основна частина. Запропонований спосіб формоутворення каркасів складених криволінійних поверхонь, який можна використати для створення геометричної моделі поверхні покриття в архітектурі, може бути застосований на опорному контурі складної форми. Для формування дискретного каркасу складеної поверхні на опорному контурі, форма якого відрізняється від прямокутної, використовуємо СГМ [1] в параметричному вигляді. Для цього необхідно мати такі вихідні дані: план покриття, аплікати вузлів опорного контуру, декілька аплікат внутрішніх вузлів. Потрібно призначити топологію сітки в плані, прив'язати до системи координат, пронумерувати вузли, задати межі порцій поверхні. Число останніх повинно дорівнювати числу заданих внутрішніх вузлів. Розглянемо застосування СГМ на прикладі формування геометричної моделі покриття глядацького залу театру, якій має форму оболонки, на довільному опорному контурі. (Студентський арх. проект. театру. Виконала Колпакова І. С.). Вихідними даними для розрахунків є кресленики розрізу (рис.2) і плану 3-ого поверху (рис.3).

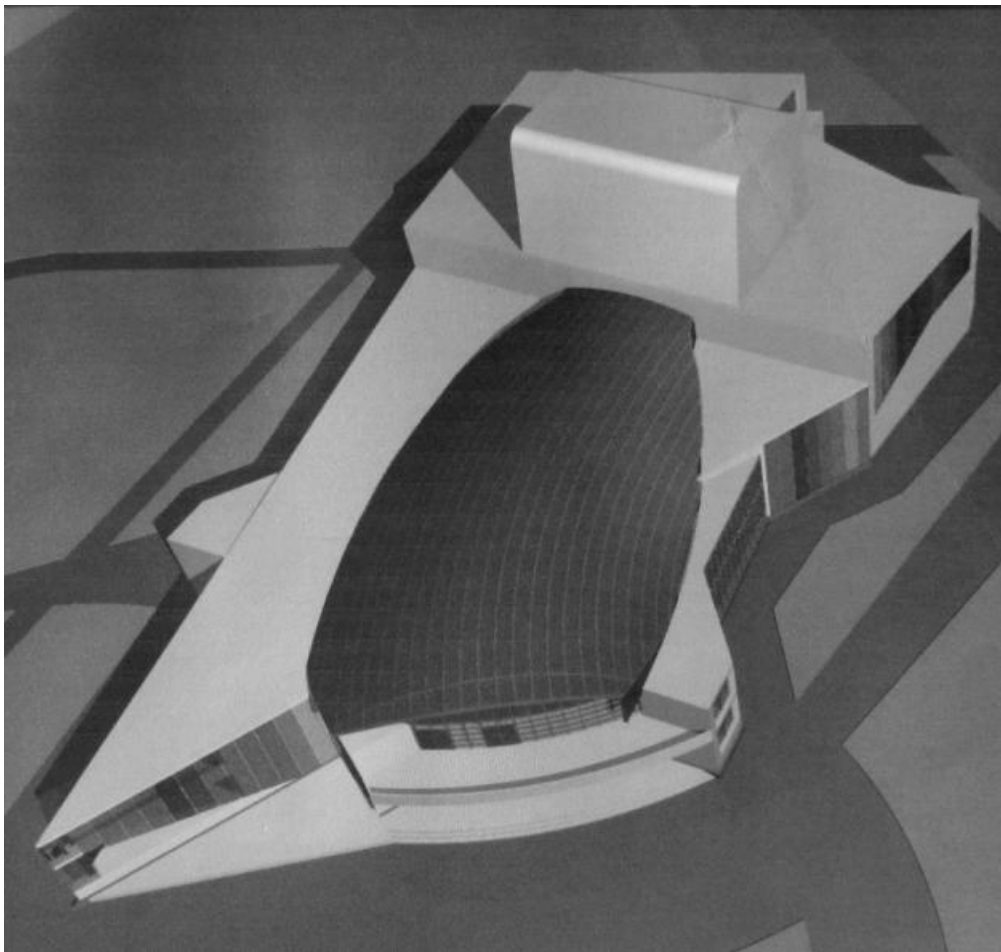


Рис.1. Проект театру. Загальний вигляд

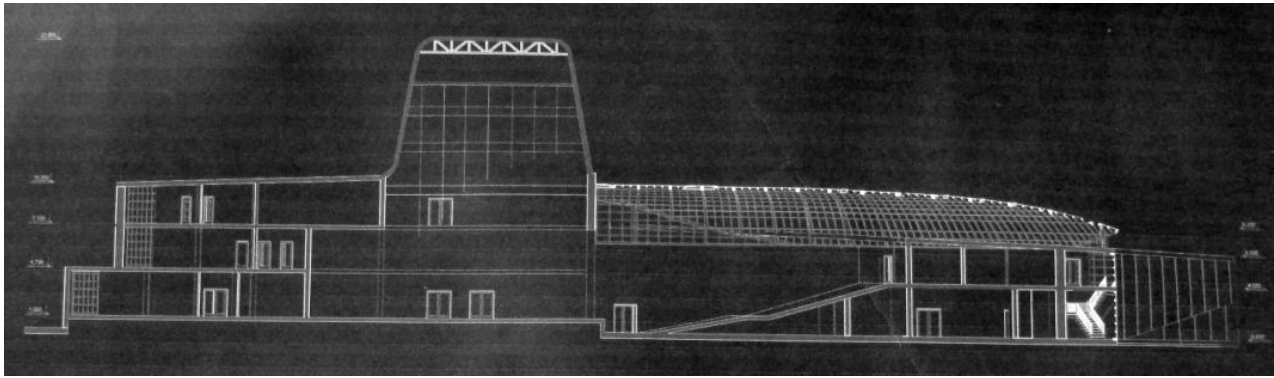


Рис. 2. Розріз

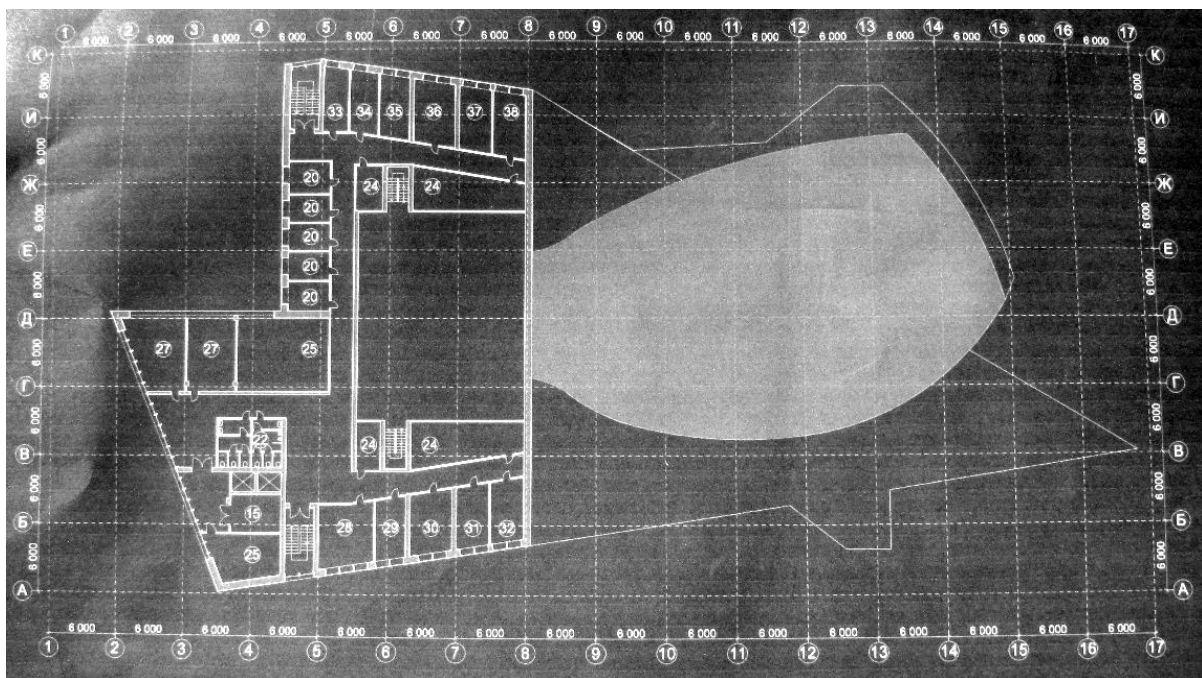


Рис.3. План 3-го поверху

Щоб побудувати каркас покриття, потрібно визначити координати внутрішніх вузлів поверхні. На опорний контур в плані (рис.4) було нанесено сітку, пронумеровано вузли і прив'язано до системи координат (рис.5). Згідно проекту координати вузлів опорного контуру 00(0,7000,00, 10(6000,4000,0), 20(12000,2000,0), 30,(18000,1500,0), 40(24000,1500,0), 50(30000,3000,0), 60(36000,7000,0), 01(0,10000,2475), 02(0,12000,3300), 03(0,15000,2475), 04(0,18000,0), 14(2000,18000,0), 24(6000,20000,0), 34(12000,23500,0), 44(18000,26000,0), 45(24000,27000,0), 46(30000,27800,0), 47(33000,28000,0), 71(40000,18000,1725), 72(38000,22000,2300), 73(36000,25000,1725).

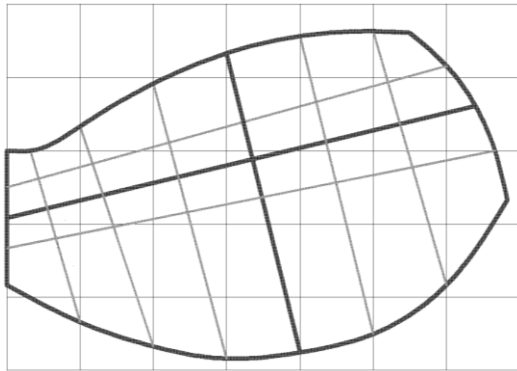


Рис. 4. Опорний контур

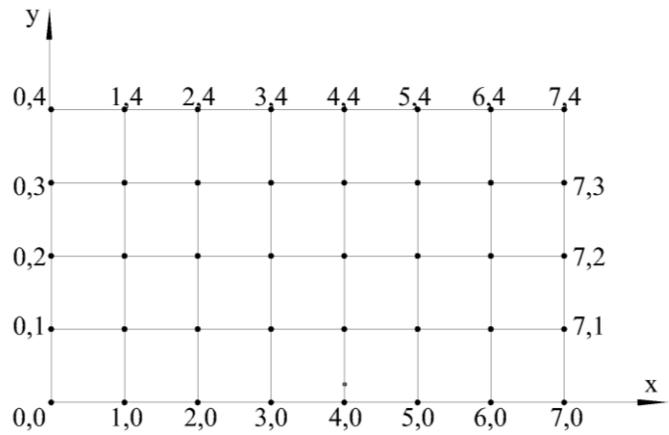


Рис. 5. Розрахункова сітка в плані

Щоб визначити положення внутрішніх вузлів каркасу у плані, складаємо і розв'язуємо системи рівнянь рівноваги по x та y .

$$x_{i-1,j} + x_{i+1,j} + x_{i,j-1} + x_{i,j+1} - 4x_{i,j} = 0; \quad (1)$$

$$y_{i-1,j} + y_{i+1,j} + y_{i,j-1} + y_{i,j+1} - 4y_{i,j} = 0. \quad (2)$$

Результат розв'язання систем рівнянь представлено у таблицях 1 і 2.

Таблиця 1

Таблиця абсцис внутрішніх вузлів

3	3791	8379	13830	19570	25340	30960
2	4784	9894	15390	21090	26830	32510
1	5451	11020	16740	22560	28410	34230
x	1	2	3	4	5	6

Таблиця 2

Таблиця ординат внутрішніх вузлів

3	15360	16500	18350	20160	21710	23330
2	11950	12300	13230	14570	16630	18810
1	8119	7530	7698	8532	10360	13540
y	1	2	3	4	5	6

Поверхню формуємо з чотирьох порцій. Задаємо координати чотирьох внутрішніх вузлів. Наприклад: $z_{23} = 2000$, $z_{32} = 3300$, $z_{51} = 2000$, $z_{53} = 2000$. Складаємо систему рівнянь рівноваги по z :

$$z_{i-1,j} + z_{i+1,j} + z_{i,j-1} + z_{i,j+1} - 4z_{i,j} + kPz_{i,j} = 0. \quad (3)$$

Результат розв'язання системи представлено у табл.3, а графічне зображення каркасу поверхні на рис.6.

Таблиця 3

Таблиця аплікат вузлів поверхні

	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2475	2105	2000	1952	1982	2000	1909	1725
2	3300	3418	3419	3300	2998	2674	2476	2300
1	2475	3036	3144	3017	2518	2000	1802	1725
z	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	2	3	4	5	6	

Змінюючи вихідні дані аплікат внутрішніх вузлів, границі відсіків поверхні або число відсіків можна отримати інші врівноважені складені поверхні на тому самому опорному контурі.

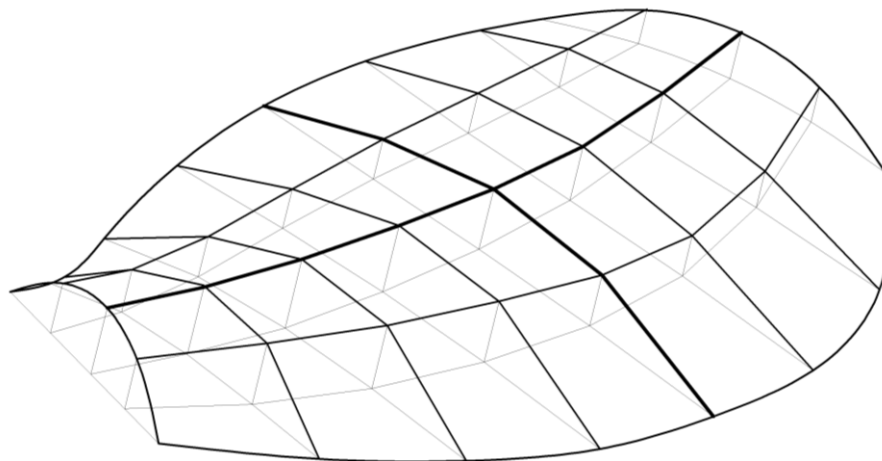


Рис. 6. Каркас поверхні покриття театру

Висновки

1. Статико-геометричний метод формування кривих і поверхонь дозволяє створювати геометричні моделі криволінійних архітектурних покриттів у

вигляді врівноважених поверхонь (безмоментних оболонок) на опорному контурі складної форми.

2. Використання складених поверхонь дозволяє збільшити число параметрів управління формою поверхонь і отримати більшу різноманітність їх форм.

Література

1. Ковалёв С.Н. Формирование дискретных моделей поверхностей пространственных архитектурных конструкций. Диссертация на соискание степени доктора технических наук. 05.01.01/ М: МАИ, 1986.-348с.

2. С.М.Ковальов, А.В.Золотова Дискретна двовимірна інтерполяція з першим порядком гладкості стикування порцій// Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2011.- Вип.87. –С.164-170.

3. А.В.Золотова, О.І.Ахматшина Формування дискретного каркасу складеної поверхні при рівномірному розподіленні зовнішнього формоутворюючого навантаження// Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків, 2011. – Вип.28. – С. 49-54.

4. Золотова А.В. Моделювання каркаса складеної поверхні на опорному контурі довільної форми [Текст] / А.В. Золотова // Сучасні проблеми моделювання. Збірник наукових праць. – Мелітополь, 2014. – Вип. 2. – С. 36–42.

Аннотация

В статье рассмотрено формирование каркаса поверхности покрытия театра на опорном контуре произвольной формы под действием равномерно-кусочного распределения внешней нагрузки. Применен статико-геометрический метод формирования дискретного каркаса составной поверхности в параметрическом виде.

Ключевые слова: статико-геометрический метод, дискретный каркас, равновесная поверхность, геометрическая модель покрытия.

Annotation

Formation of the frame surface of theater coating on the basic contour of arbitrary shape under regular-piecewise distribution of external loads has reviewed in the article. Used static-geometric method of forming discrete composite frame surfaces in parametric form.

Key words: static-geometric method; digital frame of surface; balanced surface, geometric model of housetop.