

## СЕКЦІЯ 5. НОВІТНІ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ТА ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 693.542

**В. Кравчук, Н. Зміювський, В. Скиба, М. Гудь канд. техн. наук; Г. Крамар, канд. техн. наук; доц.**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

### АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ КУПОЛЬНОЇ ОБОЛОНКИ

UDC 693.542

**V. Kravchuck, N. Zmiiovskyi, V. Skyba, M. Hud, Ph.D.; H. Kramar, Ph.D.; Assoc. Prof.**

### ANALYTICAL MODEL OF THE DOME SHELL

В даний час завдяки активному впровадженню інформаційних технологій з'явилися принципово нові можливості в проектуванні будівель та споруд. За допомогою прикладних пакетів САПР можна виконувати розрахунок конструкцій практично будь-якої форми, створюючи при цьому образ проектованої конструкції на основі наявних примітивів. При цьому принципи закладених в ці пакети алгоритмів приховані від користувача, щоб не дозволяє в багатьох випадках ефективно доповнити програмний продукт власними розробками.

Одним з основних елементів просторових будівельних конструкцій є купольні склепіння. Склепіння може мати найрізноманітнішу геометричну форму, будучи важливим засобом збагачення архітектурної виразності будівельної споруди. Різноманіття форм покриттів будівель надзвичайно велике. Це можуть бути купольні, шатрові, конькові та інші склепіння на круглому і прямокутних планах. Джерелом створюваного розмаїття форм покриттів будівель і споруд служить різноманітність описуваних математичними засобами геометричних об'єктів. Однак пряме перенесення результатів математичного опису геометричних об'єктів в практику проектування будівельних конструкцій неможливий, оскільки математичне моделювання та проектування будівельних конструкцій мають різні цілі і використовують різні засоби. Чіткий і повний математичний опис геометричних об'єктів при використанні в будівельній практиці слід доповнити можливостями уявлення математичних моделей основних геометричних об'єктів конструктивними параметрами споруди. До цих параметрів в першу чергу слід віднести висоту і розміри в плані.

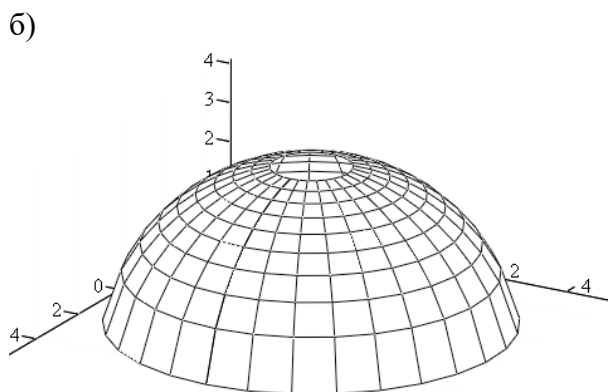
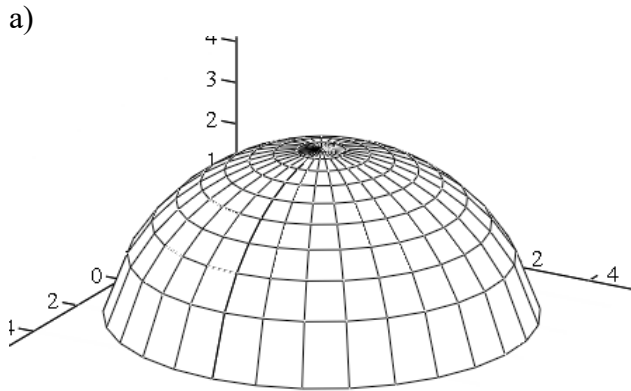
Зв'язок між конструктивними параметрами сферичного купола з отвором (див. рис. 1) і параметрами математичної моделі можна отримати з рішення системи рівнянь, одержуваних підстановкою координат  $z = 0, \rho = R_2$  і  $z = H_1, \rho = R_1$  точок, що лежать на твірній сферичного купола, в рівняння  $\rho^2 + (z + r - H)^2 = r^2$ . Відповідний зв'язок задається співвідношеннями:

$$r = \frac{\sqrt{(R_1^2 - R_2^2 + H_1^2)^2 + 4H_1^2 R_2^2}}{2H_1},$$
$$H = \frac{R_1^2 - R_2^2 + H_1^2 + \sqrt{(R_1^2 - R_2^2 + H_1^2)^2 + 4H_1^2 R_2^2}}{2H_1}$$

Для моделі купола з отвором конструктивні параметри слід приймати такими, щоб, як і для купола без отвору, виконувалась нерівність  $r \geq H$ . Цій нерівності в даному випадку відповідає наступне співвідношення між конструктивними параметрами:

$$R_1^2 - R_2^2 + H_1^2 \leq 0$$

На рис. 1 зображені поверхні сферичних склепінь без купольного отвору і з отвором.



### Висновки.

1. Виявлено спосіб завдання поверхонь, що дозволяє моделювати купольні склепіння з отвором та без нього, використовуючи векторно-матричний апарат, і створювати зображення об'єктів, що моделюються безпосередньо на екрані комп'ютера за допомогою прикладних пакетів.

2. Визначено формули, що виражають взаємозв'язок між параметрами математичної моделі купола і конструктивними параметрами самої конструкції (висота, розміри в плані) для широкого класу поверхонь.

3. Отримано обмежуючі співвідношення для конструктивних параметрів куполів і склепінь, математичними моделями яких є сферичні і еліптичні оболонки або в моделях яких використовуються кругові і еліптичні твірні (направляючі).

### Література.

1. Готман А.Ш. Проектирование хорошо обтекаемых судовых обводов из развертывающихся поверхностей. – Л.: Судостроение, 1974.
2. Ясній П. В., Михайлишин М.С., Пиндус Ю. І., Гудь М. І. "Аналітичний розрахунок гладкої циліндричної оболонки." Праці VI Міжнародної науково-технічної конференції „Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування“ Тернопіль, 2019. С. 194-197.
4. Рекач В.Г., Кривошапко С.Н. Расчет оболочек сложной геометрии: монография. – М.: УДН, 1988. – 176 с.