

АНАЛІТИЧНИЙ ВИБІР ЛІНІЙЧАТИХ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ ПЛОСКИХ ПЕРЕКРИТТІВ КРУГОВИХ РАМП БАГАТОПОВЕРХОВИХ ГАРАЖІВ-СТОЯНОК

Скорук Л.М., Сібіковський О.В., Лозова Є.С.

Київський національний університет будівництва і архітектури
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: Створення нетрадиційних конструктивних схем та ефективних, економічних і технологічних залізобетонних конструкцій кругових рамп багатоповерхових гаражів-стоянок. Аналітичний вибір можливих лінійчатих поверхонь для утворення плоских перекриттів кругових рамп багатоповерхових гаражів-стоянок.

АННОТАЦИЯ: Создание нетрадиционных конструктивных схем и эффективных, экономических и технологических железобетонных конструкций круговых рамп многоэтажных гаражей-стоянок. Аналитический выбор возможных линейчатых поверхностей для образования плоских перекрытий круговых рамп многоэтажных гаражей-стоянок.

ABSTRACT: Creating innovative design concepts and effective, economic and technological reinforced concrete multi-storey circular ramp and parking garages. The analytical range of possible ruled surfaces to form a flat slab of circular ramps multistory garages and parking.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: багатоповерхові гаражи-стоянки, кругові рампи, перекриття.

Найближчим часом у всіх містах нашої країни буде здійснюватись інтенсивне будівництво капітальних багатоповерхових гаражів-стоянок для легкових автомобілів, в яких переміщення автомашин між поверхами здійснюється по круговим в плані рампам з однією чи двома смугами руху.

Проектування і будівництво кругових рамп зустрічає значні труднощі із-за відсутності простих ефективних конструкцій, наявності окремих монолітних ділянок, необхідності застосування електрозварювальних робіт, значних складнощів в технології будівництва тощо.

У зв'язку з цим виникла нагальна потреба у створенні нетрадиційних конструктивних схем та ефективних, економічних і технологічних залізобетонних конструкцій багатоповерхових гаражів-стоянок.

За основу при проектуванні поверхонь перекриттів кругових рамп (пандусів) багатоповерхових гаражів-стоянок можна застосувати [2] наступні лінійчаті поверхні:

1. Прямий гелікоїд зображено на рис. 1,а, параметричні рівняння якого:

$$\begin{cases} x = u \cos v; \\ y = u \sin v; \\ z = bv, \end{cases} \quad (1)$$

де u, v – криволінійні координати на поверхні,

b – зміщення по вертикалі утворюючої прямої OA при повороті на один радіан.

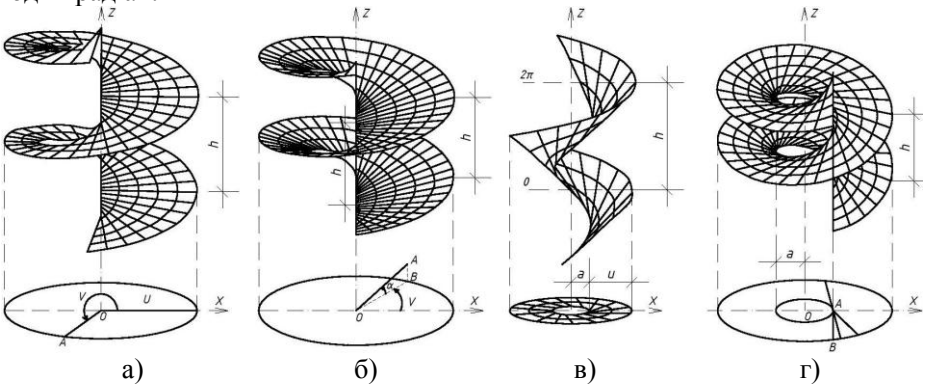


Рис. 1. Лінійчаті поверхні:

а - прямий гелікоїд; б - косий гелікоїд;

в - торс-гелікоїд; г - псевдорозгортаючий гелікоїд

Він створюється рухом прямої OA (утворююча пряма), яка повертається відносно осі Z і одночасно поступово переміщується вздовж цієї ж осі. Причому, ця пряма перетинає вісь Z під прямим кутом [1, 2].

Прямий гелікоїд являється закритою лінійчатою поверхнею від'ємної гаусової кривизни та єдиною мінімальною лінійчатою

поверхнею. Її ще називають прямим гвинтовим коноїдом, гвинтовим циліндроїдом, поверхнею Каталана та спіраллю Архімеда [1].

2. Косий гелікоїд зображено на рис. 1,б, параметричні рівняння якого виражаються:

$$\begin{cases} x = u \cos v; \\ y = u \sin v; \\ z = bv + u \tan \alpha, \end{cases} \quad (2)$$

де α – кут нахилу утворюючої прямої ОА до горизонтальної площини ($\alpha=0,4\pi$) [1].

Косий гелікоїд утворюється слідами від руху прямої ОА (утворюючої лінії) при поступовому переміщенні і одночасному повертанні відносно осі Z. Причому ця пряма нахилена до горизонту (площини паралелізму) під гострим кутом α . Він являється закритою гвинтовою лінійчатою поверхнею від’ємної гаусової кривизни і спіраллю Архімеда [1].

На жаль, у роботах [1 і 2] не вказані межі існування лінійчатих поверхонь (1) і (2), тому слід уточнити їх:

$$0 < u \leq \infty; v = \pm 2n\pi; \alpha \leq \frac{\pi}{2}; b = \frac{h}{2\pi}, \quad (3)$$

де h – крок гвинтових поверхонь.

Як видно з цих виразів, лінійчаті поверхні (1) і (2) з межами існування (3) створюють закриті безмежні, безопорні циліндричні поверхні радіусом u , які заповненні гвинтовими площинами.

3. Розгортаючий гелікоїд (торс-гелікоїд), параметричні рівняння якого за рис. 1, в:

$$\begin{cases} x = a \cos v - \frac{au \sin v}{m}; \\ y = a \sin v + \frac{au \cos v}{m}; \\ z = bv + b \frac{u}{m}, \end{cases} \quad (4)$$

де $m = \sqrt{a^2 + b^2}$;

a – радіус внутрішнього кругового циліндра, на якому лежить ребро звороту торс-гелікоїда [1];

u, v, b – ті ж значення, що й у (1) і (2).

Торс-гелікоїд утворюється рухом дотичної до гвинтової лінії (похилої до горизонталі) на круговому циліндрі радіусом a [2]. Координатні лінії u співпадають з прямими утворюючими гелікоїда, а координатна лінія v – являє собою співвісні гвинтові лінії [1].

Торс-гелікоїд (розгортаюча лінійчата поверхня) являється відкритою лінійчатою поверхнею нульової гаусової кривизни. Його ще називають торсовою, евольвентною, гвинтовою відкритою лінійчатою поверхнею [1]. Він може розгортатися на площину без складок і розривів з однієї цілої пласкої заготовки, він найбільш точно співпадає з площиною і може виготовлятися з листових матеріалів [2].

Поверхню торс-гелікоїда, обмежену двома співвісними гвинтовими координатними лініями u_1 і u_2 називають гвинтовим торсом або гвинтом Архімеда [1].

4. Псевдорозгортаючий гелікоїд за рис. 1,г, параметричні рівняння якого виглядають:

$$\begin{cases} x = a \cos v - u \sin v; \\ y = a \sin v + u \cos v; \\ z = bv. \end{cases} \quad (5)$$

В рівняннях (5) змінні u, v, b, a мають такі ж значення, як у (4).

Псевдорозгортаючий гелікоїд є лінійчатою поверхнею від'ємної гаусової кривизни [2]. Ця поверхня – слід рівномірного руху прямолінійної горизонтальної АВ (утворюючої) за заданою гвинтовою направляючою, причому на плані утворюючі прямі співпадають з похилими до гвинтової направляючої [1].

Створена таким способом поверхня називається псевдо розгортаючим гелікоїдом або відкритим косим гелікоїдом і являється окремим випадком конволютного гелікоїда. Найменшу відстань між утворюючою прямою і віссю гелікоїда називають ексцентриситетом або плечем цього гелікоїда [1].

Наведені вище форми лінійчатих поверхонь (1-5) взяті з математичних розробок [1, 2] і являють собою безопорні поверхні, тобто просторові конструкції, як безмежні. Для нас необхідні конструкції перекриттів рамп, які б мали стійкі опори, повторювали форми і відповідали функціональним вимогам як перекриття.

Залізобетонні перекриття кругових рамп повинні представляти собою плоскі конструкції в збірному, монолітному та збірно-монолітному варіантах і опиратися на похилі лінійні опори. Причому ці опори повинні бути у формі гвинтової лінії, які являються формоутворюючими для лінійчатих поверхонь гелікоїдів. Тобто вони повинні бути або окремими

похилими балками, які розміщені по кривій гвинтової лінії, або циліндричною стіною з нахилою верхньою кромкою в площині стіни для опирання поверхонь перекриттів.

Поперечний ухил перекриттів кругових рам з плоских елементів може мати лише три варіанти – горизонтальна площина і дві нахилені до горизонту площини назовні і всередину рампи, як показано на рис. 2.

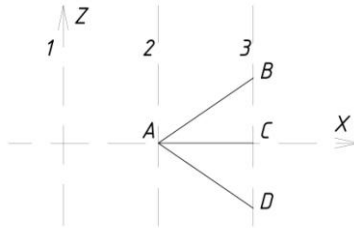


Рис. 2. Сліди перерізів можливих трьох гвинтових поверхонь рам вертикальною площиною, яка перетинає загальну вісь гелікоїдів

Пряма AC – слід частини прямої гелікоїда і можливий поперечний переріз прямого гелікоїда;

AB – слід поперечного перерізу частини косоного гелікоїда з ухилом всередину і можливі сліди торс-гелікоїда і псевдорозгортаючого гелікоїда;

AD – те ж саме, тільки з ухилом назовні.

1 – вісь OZ гелікоїдів;

2, 3 – сліди циліндричних поверхонь, на яких розміщені гвинтові лінії.

Треба зазначити, що поперечний ухил перекриттів кругових рам згідно норм [3] невеликий і не повинен перевищувати 6% або 3,53°.

Нам потрібно вибрати з чотирьох типів гелікоїдів лінійчасту поверхню у вигляді смуги (гвинт Архімеда), яка буде опиратися на дві лінійні опори – похилі балки або стіни. Ця смуга повинна бути сформована із суцільної плоскої конструкції (монолітний і збірно-монолітний варіанти перекриття) або із збірних плоских плит. Аналізуючи розглянуті лінійчасті поверхні у вигляді гелікоїдів (1-5) можна стверджувати, що такими поверхнями, які найбільш відповідають наведеним вище вимогам, слід вважати розгортаючий (торс-гелікоїд) і псевдорозгортаючий гелікоїди, в яких є по два кругових циліндра (внутрішній і зовнішній), на яких розміщені формуючі гвинтові лінії і майбутні опори.

Так для цих гелікоїдів радіус внутрішнього циліндра буде рівним $r = a$, а радіуси зовнішнього будуть:

$$R = a + u - \text{для торс-гелікоїда};$$

$R = a + u \tan \nu$ – для псевдорозгортаючого гелікоїда.

Однак, для інженерних розрахунків рівняння (4) і (5) і обчислення необхідних параметрів для цих гелікоїдів занадто складні і навряд чи знайдуть застосування. Тим більше, що можна використати поверхні перших двох гелікоїдів – прямого (1) і косоного (2), в яких для перекриттів необхідно взяти частини закритих поверхонь і зробити їх відкритими з наявними двома циліндрами, які обмежують лінійчаті поверхні цих гелікоїдів. Для них необхідно прийняти $u_1 = r > 0$ і $u_2 = R > 0$, де r і R – радіуси внутрішнього і зовнішнього циліндрів, на яких будуть розміщені опори. Це рівнозначно тому, що для поверхонь (4) і (5) прийняти $u = 0$, а параметри $a_1 = u_1$ і $a_2 = u_2$, тобто одержимо гвинти Архімеда, параметричні рівняння якого будуть:

$$\begin{cases} x = a_1 \cos \nu; \\ y = a_1 \sin \nu; \\ z = b\nu; \end{cases} \quad \begin{cases} x = a_2 \cos \nu; \\ y = a_2 \sin \nu; \\ z = b\nu + a_2 \tan \alpha, \end{cases} \quad (6)$$

які подібні до рівнянь (1) і (2), в яких параметр a замінює параметр u .

Таким чином, для проектування і будівництва кругових в плані рампи необхідно і достатньо використовувати для перекриттів поверхні частин прямих і косих гелікоїдів. При цьому поперечні перерізи рампи будуть горизонтальними для прямих гелікоїдів і нахиленими – для косих гелікоїдів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кривошапко С.Н. Энциклопедия аналитических поверхностей / Кривошапко С.Н., Иванов В.Н. - М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2010. – 560 с.
2. Кривошапко С.Н. Исследование форм винтовых линейчатых пандусов многоэтажных автогаражей и стоянок / Кривошапко С.Н., Халаби С.М. // Монтажные и специальные работы в строительстве. – М.: АСВ, 2002. - Вып. 9 – С. 18-20.
3. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007. – К.: МінБуд України, 2007. – С. 31.

Стаття надійшла до редакції 05.02.2013 р.