

Інформаційна технологія дослідження державного боргу, базуючись на визначеній структурі боргу, включає такі етапи:

- формування бази дослідження;
- розроблення економетричних моделей;
- аналіз змін обсягу державного боргу в залежності від внутрішньо- та зовнішньоекономічних факторів та прогнозування змін у величині державного прямого та гарантованого державою боргу у короткостроковій перспективі.

Дослідження закономірностей змін державного прямого та гарантованого державою боргу на основі аналізу статистичних даних дає можливість контролювати пікові ситуації, коли навантаження на державний бюджет у зв'язку з погашенням та обслуговуванням державного боргу надто надмірне.

Література

1. Public Debt in Emerging Markets [Electronic resource] / International Monetary Fund, World economic outlook. — September 2003. — Available at: \www/URL: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2003/02/index.htm>
2. Panizza, U. Domestic and external public debt in developing countries [Electronic resource] / U. Panizza // United Nations conference on trade and development. — 2008. — No. 188. — Available at: \www/URL: http://unctad.org/en/docs/os-gdp20083_en.pdf
3. Anderson, Ph. R. D. Public Debt Management in Emerging Market Economies. Policy Research Working Paper [Electronic resource] / Ph. R. D. Anderson, A. Caputo Silva, A. Velandia-Rubiano // The World Bank, Banking and Debt Management Department, Global Capital Markets Development Department. — 2010. — Available at: \www/URL: http://treasury.worldbank.org/bdm/pdf/PDMinEM_HasThisTimeBeenDifferent_Anderson.etal.pdf
4. Borensztein, E. Sovereign debt Structure for crisis prevention [Electronic resource] / E. Borensztein, M. Chamon, O. Jeanne, P. Mauro, J. Zettelmeyer // International Monetary Fund (Washington, D. C.). — 2004. — Available at: \www/URL: www.imf.org/external/pubs/nft/op/237/op237.pdf
5. Hostland, D. Assessing debt sustainability in emerging market economies using stochastic simulation methods [Electronic resource] / D. Hostland, P. Karam // World Bank Policy Research Working Paper 3821. — 2006. — Available at: \www/URL: <http://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/1813-9450-3821>
6. Kopits, G. Rules-based fiscal policy in emerging markets [Text] / G. Kopits // Palgrave Macmillan. — New York, 2004. — 286 p.
7. Міністерство фінансів України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: www.minfin.gov.ua.
8. Кириченко, О. А. Сучасні теорії управління зовнішньою заборгованістю [Текст] / О. А. Кириченко, В. Д. Кудрицький // Актуальні проблеми економіки. Гроші, фінанси і кредит. — 2009. — № 7(97). — С. 15–27.
9. External debt statistics: guide for compilers and users [Electronic resource] / International Monetary Fund. — Washington, D. C., 2003. — Available at: \www/URL: www.imf.org
10. Національний банк України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: www.bank.gov.ua
11. Матвеева, Ю. М. Структура зовнішнього державного боргу України та особливості обслуговування [Текст] / Ю. М. Матвеева // Збірник наук. праць МННЦІТ та С НАН України та МОН України. — 2009. — Вип. 14. — С. 187–202.
12. Іващук, О. Т. Кількісні методи фінансового прогнозування боргової стратегії держави: концептуалізація, методологія, практика [Текст] / О. Т. Іващук, Н. Я. Кравчук // Світ фінансів (ТАНГ), Державні фінанси в умовах демократії. — 2004. — Вип. 1. — С. 34–48.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ДОЛГА КАК БАЗОВОГО ЭТАПА ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В статье разработана структура валового долга как предшествующий этап информационной технологии государственного прямого и гарантированного государством долга. Обоснована важная роль государственного долга как такого, что имеет значительное влияние на бюджетное равновесие. Сгруппированы источники формирования внешнего государственного и гарантированного государством долга, что дало возможность определить его последствия на экономику.

Ключевые слова: государственный долг, государственные гарантии, информационная система, структура долга, бюджетное равновесие.

Матвеева Юлія Миколаївна, молодший науковий співробітник, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України та МОН України, Україна, e-mail: juli-matv@meta.ua.

Матвеева Юлия Николаевна, младший научный сотрудник, Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины, Украина.

Matviiieva Iuliia, International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine, Ukraine, e-mail: juli-matv@meta.ua

УДК 514.18

Пилипака Т. С.,
Пилипака О. А.

КОНСТРУЮВАННЯ ГВИНТОВИХ ПОВЕРХОНЬ, ВІДНЕСЕНИХ ДО КООРДИНАТНИХ ЛІНІЙ КРИВИНИ

Розглянуто конструювання гвинтової поверхні рухом плоскої кривої незмінної форми у нормальній площині гвинтової лінії таким чином, щоб утворена поверхня була віднесена до сімей ліній кривини. Виведення векторного рівняння поверхні здійснено із застосуванням супровідного тригранника гвинтової лінії. Наведено параметричні рівняння деяких поверхонь та отримано їх зображення.

Ключові слова: гвинтова поверхня, лінії кривини, супровідний тригранник, формули Френе, скрут, кривина.

1. Вступ

Гвинтові поверхні і їх частковий випадок — поверхні обертання — є найбільш поширеними в практиці кон-

струювання технічних форм. Вони мають таку властивість, яка їх відрізняє від інших поверхонь, а саме вони можуть ковзати вздовж самих себе без деформації самої поверхні. Ця властивість у поверхонь обертання

використовується для створення підшипників кочення, а у гвинтових — для утворення різьб і інших гвинтових пристроїв.

До методів утворення і задання поверхонь висуваються вимоги, виконання яких пов'язане з геометричними дослідженнями. Поверхня повинна бути аналітично описана за допомогою рівнянь для створення комп'ютерних моделей її візуалізації і подальшого виготовлення. Найкращим аналітичним описом поверхонь вважається такий, при якому поверхня віднесена до ортогональної сітки із координатних ліній кривини. Ці лінії є оптимальними траєкторіями руху різального інструменту при виготовленні поверхонь. Крім того, при такому описі значно спрощується перша і друга квадратичні форми поверхні, на основі яких проводяться різні розрахунки, в тому числі і на міцність. Цим обґрунтовується актуальність проведення даних досліджень.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Гвинтові поверхні відомі із найдавніших часів. Слід згадати про винайдений ще Архімедом гідравлічний гвинт. Реконструйовані і вдосконалені гвинти Архімеда і нині рухають морські кораблі, гвинтові літаки та вертольоти, гідротурбіни тощо. Винахід нескінченного гвинта привів Архімеда до винаходу болта, сконструйованого із гвинта й гайки. Навіть цвяхи виготовляють гвинтовими для більшої надійності кріплення [1]. Найрізноманітніший різальний інструмент має гвинтову поверхню [2]. Для стискання повітря поруч із поршневыми застосовують гвинтові компресори [3–5]. Для розв'язування різних геометричних задач, пов'язаних із гвинтовими поверхнями, застосовується гвинтове проєкціювання [6, 7]. Велику кількість праць присвячено профілюванню інструменту для обробки гвинтових поверхонь [8–10]. Окрему групу праць складають дослідження з конструювання поверхонь, віднесених до ліній кривини [11–14].

Метою проведених досліджень була розробка способу віднесення гвинтових поверхонь до координатної сітки із ліній кривини.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні основні задачі:

1. Розробити аналітичний опис переміщення плоскої твірної кривої незмінної форми у нормальній площині напрямної гвинтової лінії таким чином, щоб утворену поверхню можна було віднести до ліній кривини.
2. Навести приклади параметричних рівнянь утворених поверхонь та здійснити їх візуалізацію.

3. Результати досліджень способів конструювання гвинтової поверхні

Якщо плоску криву жорстко закріпити в нормальній площині супровідного тригранника Френе і сам тригранник рухати по гвинтовій лінії, то плоска крива опише гвинтову поверхню, для якої вона буде твірною. Однією сім'єю координатних ліній такої поверхні буде множина положень плоскої твірної, а другою — гвинтові лінії — траєкторії руху точок плоскої кривої. Отримана таким чином гвинтова поверхня не буде віднесена до ліній кривини. Щоб поверхня була віднесена до ліній кривини, необхідно, щоб плоска твірна під час руху

тригранника поверталась в нормальній площині на кут ϵ навколо орта дотичної, величина якого залежить від довжини дуги s напрямної кривої (гвинтової лінії) і її скруту σ в поточній точці знаходження тригранника. Зважаючи на те, що скрут σ гвинтової лінії є величиною сталою, кут можна знайти інтегруванням виразу [15]:

$$\epsilon = -\int \sigma ds = -\sigma s + \epsilon_0. \quad (1)$$

Опишемо поверхню, утворену вказаним способом, у векторній формі із застосуванням формул Френе. На рис. 1 в точках A і B напрямної кривої (у нашому випадку гвинтової лінії) побудовані супровідні тригранники Френе.

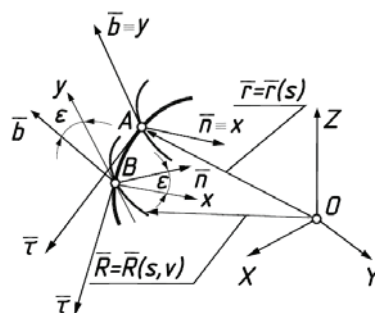


Рис. 1. Схема утворення поверхні для її описання за допомогою формул Френе

В нормальній площині тригранника, утвореній ортами головної нормалі \bar{n} і бінормалі \bar{b} , розташована плоска крива — твірна поверхні. При русі тригранника з точки A в точку B твірна крива повинна одночасно повертатися навколо орта дотичної $\bar{\tau}$ на кут $\epsilon = -\sigma s$ згідно (1) (постійну інтегрування ϵ_0 — початкове значення кута ϵ — приймаємо рівним нулю). Різниця кутів ϵ в точках A і B гвинтової лінії таким чином складе σs_{AB} , де s_{AB} — довжина дуги гвинтової лінії між точками A і B . Щоб реалізувати такий поворот, розташуємо в початковій точці A ще одну плоску систему координат так, щоб вісь x збігалася з ортом \bar{n} , а вісь y — з ортом \bar{b} (рис. 1). В цій системі задамо плоску криву параметричними рівняннями $x = x(v)$, $y = y(v)$, де v — незалежна змінна. Поставимо умову, щоб під час руху тригранника ця система разом з кривою поверталася навколо орта дотичної $\bar{\tau}$ на кут $\epsilon = -\sigma s$. Тоді векторне рівняння поверхні запишеться:

$$\bar{R}(s, v) = \bar{r} + \bar{n}(x \cos \epsilon - y \sin \epsilon) + \bar{b}(x \sin \epsilon + y \cos \epsilon), \quad (2)$$

де $\bar{r} = \bar{r}(s)$ — радіус-вектор напрямної кривої (в нашому випадку гвинтової лінії).

Знайдемо коефіцієнти першої і другої квадратичних форм поверхні (2). Для цього потрібно мати частинні перші, другі і змішану похідні поверхні (2). Перша і друга частинні похідні по змінній v запишуться:

$$\frac{\partial \bar{R}}{\partial v} = \bar{n} \left(\frac{dx}{dv} \cos \epsilon - \frac{dy}{dv} \sin \epsilon \right) + \bar{b} \left(\frac{dx}{dv} \sin \epsilon + \frac{dy}{dv} \cos \epsilon \right). \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial v^2} = \bar{n} \left(\frac{d^2 x}{dv^2} \cos \epsilon - \frac{d^2 y}{dv^2} \sin \epsilon \right) + \bar{b} \left(\frac{d^2 x}{dv^2} \sin \epsilon + \frac{d^2 y}{dv^2} \cos \epsilon \right). \quad (4)$$

Перша частинна похідна по змінній s запишеться:

$$\frac{\partial \bar{R}}{\partial s} = \bar{r}' + \bar{n}'(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon) + \bar{n} \left(-\frac{d\varepsilon}{ds} x \sin \varepsilon - \frac{d\varepsilon}{ds} y \cos \varepsilon \right) + \bar{b}'(x \sin \varepsilon + y \cos \varepsilon) + \bar{b} \left(\frac{d\varepsilon}{ds} x \cos \varepsilon - \frac{d\varepsilon}{ds} y \sin \varepsilon \right). \quad (5)$$

Для подальшого перетворення частинної похідної (5) застосуємо формули Френе:

$$\bar{r}' = \bar{\tau}; \quad \bar{\tau}' = k\bar{n}; \quad \bar{n}' = \sigma\bar{b} - k\bar{\tau}; \quad \bar{b}' = -\sigma\bar{n}. \quad (6)$$

Підставимо (6) в (5) і після групування отримаємо частинну похідну (5) в проекціях на орти тригранника Френе:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{R}}{\partial s} = & \bar{\tau} [1 - k(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon)] - \\ & \bar{n} [\varepsilon'(x \sin \varepsilon + y \cos \varepsilon) + \sigma(x \sin \varepsilon + y \cos \varepsilon)] + \\ & \bar{b} [\varepsilon'(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon) + \sigma(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon)]. \end{aligned} \quad (7)$$

Нарешті, підставимо у (8) вираз похідної ε' , який згідно (1) дорівнює $\varepsilon' = -\sigma$ і отримаємо:

$$\frac{\partial \bar{R}}{\partial s} = \bar{\tau} [1 - k(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon)]. \quad (8)$$

Таким же чином (з використанням формул Френе) знаходимо другу похідну диференціюванням виразу (8) по змінній s , приймаючи до уваги, що для гвинтової лінії $k = \text{const}$:

$$\frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial s^2} = -\bar{\tau} k \sigma (x \sin \varepsilon + y \cos \varepsilon) + \bar{n} k [1 - k(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon)]. \quad (9)$$

Диференціюючи (8) по змінній v , знаходимо мішану похідну:

$$\frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial s \partial v} = -\bar{\tau} k \left(\frac{dx}{dv} \cos \varepsilon - \frac{dy}{dv} \sin \varepsilon \right). \quad (10)$$

Знаходимо коефіцієнти першої квадратичної форми поверхні (2):

$$\begin{aligned} G = & \left(\frac{\partial \bar{R}}{\partial s} \right)^2 = [1 - k(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon)]^2; \\ F = & \frac{\partial \bar{R}}{\partial s} \cdot \frac{\partial \bar{R}}{\partial v} = 0; \quad E = \left(\frac{\partial \bar{R}}{\partial v} \right)^2 = \left(\frac{dx}{dv} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dv} \right)^2. \end{aligned} \quad (11)$$

Знаходимо коефіцієнти другої квадратичної форми поверхні (2):

$$\begin{aligned} L = & \frac{1}{\sqrt{GE - F^2}} \cdot \frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial v^2} \left[\frac{\partial \bar{R}}{\partial s} \cdot \frac{\partial \bar{R}}{\partial v} \right] = \frac{1}{\sqrt{GE - F^2}} \times \\ & \times \begin{vmatrix} 0 & x'' \cos \varepsilon - y'' \sin \varepsilon & x'' \sin \varepsilon + y'' \cos \varepsilon \\ 1 - k(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon) & 0 & 0 \\ 0 & x' \cos \varepsilon - y' \sin \varepsilon & x' \sin \varepsilon + y' \cos \varepsilon \end{vmatrix} = \\ & = \frac{(x'y'' - x''y')}{\sqrt{x'^2 + y'^2}}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M = & \frac{1}{\sqrt{GE - F^2}} \cdot \frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial s \partial v} \left[\frac{\partial \bar{R}}{\partial s} \cdot \frac{\partial \bar{R}}{\partial v} \right] = \frac{1}{\sqrt{GE - F^2}} \times \\ & \times \begin{vmatrix} -k(x' \cos \varepsilon - y' \sin \varepsilon) & 0 & 0 \\ 1 - k(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon) & 0 & 0 \\ 0 & x' \cos \varepsilon - y' \sin \varepsilon & x' \sin \varepsilon + y' \cos \varepsilon \end{vmatrix} = 0; \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} N = & \frac{1}{\sqrt{GE - F^2}} \cdot \frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial s^2} \left[\frac{\partial \bar{R}}{\partial s} \cdot \frac{\partial \bar{R}}{\partial v} \right] = \frac{1}{\sqrt{GE - F^2}} \times \\ & \times \begin{vmatrix} -k\sigma(x \sin \varepsilon + y \cos \varepsilon) & k[1 - k(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon)] & 0 \\ 1 - k(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon) & 0 & 0 \\ 0 & x' \cos \varepsilon - y' \sin \varepsilon & x' \sin \varepsilon + y' \cos \varepsilon \end{vmatrix} = \\ & = -\frac{k[1 - k(x \cos \varepsilon - y \sin \varepsilon)](x' \sin \varepsilon + y' \cos \varepsilon)}{\sqrt{x'^2 + y'^2}}. \end{aligned}$$

Рівність нулю середніх коефіцієнтів першої і другої квадратичних форм свідчить про те, що поверхня віднесена до сімей координатних ліній, якими є лінії кривини.

Перейдемо від векторного рівняння (2) до координатного запису в проекціях на осі нерухокої системи координат $OXYZ$. Це здійснимо за допомогою напрямних косинусів головної нормалі ортів \bar{n} і бінормалі \bar{b} тригранника:

$$\begin{aligned} X = & x_0 + \rho_n \cos \alpha_n + \rho_b \cos \alpha_b; \\ Y = & y_0 + \rho_n \cos \beta_n + \rho_b \cos \beta_b; \\ Z = & z_0 + \rho_n \cos \gamma_n + \rho_b \cos \gamma_b, \end{aligned} \quad (13)$$

де x_0, y_0, z_0 — параметричні рівняння напрямної гвинтової лінії; ρ_n, ρ_b — проекції точки твірної кривої на відповідні орти.

Із врахуванням того, що твірна крива $x = x(v), y = y(v)$ повертається в нормальній площині на кут ε згідно (1), проекції ρ_n, ρ_b запишуться:

$$\begin{aligned} \rho_n = & x \cos(\varepsilon_0 - \sigma s) - y \sin(\varepsilon_0 - \sigma s); \\ \rho_b = & x \sin(\varepsilon_0 - \sigma s) + y \cos(\varepsilon_0 - \sigma s). \end{aligned} \quad (14)$$

Параметричні рівняння гвинтової лінії, розташованої на циліндрі радіуса r із кроком $2\pi h$, де h — гвинтовий параметр, запишуться [15]:

$$x_0 = r \cos \frac{s}{\sqrt{r^2 + h^2}}; \quad y_0 = r \sin \frac{s}{\sqrt{r^2 + h^2}}; \quad z_0 = \frac{hs}{\sqrt{r^2 + h^2}}. \quad (15)$$

Її кривина і скрут відповідно запишуться:

$$k = \frac{r}{r^2 + h^2}; \quad \sigma = \frac{h}{r^2 + h^2}. \quad (16)$$

Із врахуванням (16), (15) і (14) параметричні рівняння поверхні (13) набувають вигляду:

$$\begin{aligned} X = & r \cos \frac{s}{\sqrt{r^2 + h^2}} + \left[x \cos \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2 + h^2} \right) - y \sin \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2 + h^2} \right) \right] \times \\ & \times \cos \alpha_n + \left[x \sin \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2 + h^2} \right) + y \cos \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2 + h^2} \right) \right] \cos \alpha_b; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y &= r \sin \frac{s}{\sqrt{r^2+h^2}} + \left[x \cos \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2+h^2} \right) - y \sin \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2+h^2} \right) \right] \times \\
 &\times \cos \beta_n + \left[x \sin \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2+h^2} \right) + y \cos \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2+h^2} \right) \right] \cos \beta_b; \\
 Z &= \frac{hs}{\sqrt{r^2+h^2}} + \left[x \cos \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2+h^2} \right) - y \sin \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2+h^2} \right) \right] \times \\
 &\times \cos \gamma_n + \left[x \sin \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2+h^2} \right) + y \cos \left(\varepsilon_0 - \frac{hs}{r^2+h^2} \right) \right] \cos \gamma_b. \quad (17)
 \end{aligned}$$

Напрямні косинуси ортів головної нормалі \bar{n} і бі-нормалі \bar{b} гвинтової лінії (15) знаходяться за відомими формулами і мають вигляд [15]:

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha_n &= -\cos \frac{s}{\sqrt{r^2+h^2}}; \quad \cos \alpha_b = \frac{h}{\sqrt{r^2+h^2}} \sin \frac{s}{\sqrt{r^2+h^2}}; \\
 \cos \beta_n &= -\sin \frac{s}{\sqrt{r^2+h^2}}; \quad \cos \beta_b = -\frac{h}{\sqrt{r^2+h^2}} \cos \frac{s}{\sqrt{r^2+h^2}}; \\
 \cos \gamma_n &= 0; \quad \cos \gamma_b = \frac{r}{\sqrt{r^2+h^2}}. \quad (18)
 \end{aligned}$$

Таким чином, при підстановці виразів (18) у (17) отримаємо параметричні рівняння поверхні, віднесеної до координатних сімей ліній кривини при будь-якій заданій плоскій твірній $x = x(v)$, $y = y(v)$.

Розглянемо приклади. Нехай твірною кривою поверхні буде еліпс з півосями a і b , який описується наступними параметричними рівняннями:

$$x = a \cos v; \quad y = b \sin v. \quad (19)$$

Поверхня із твірною (19) за рівняннями (17) побудована на рис. 2, а. Із нього видно, що еліпс при русі в нормальній площині гвинтової лінії повертається навколо свого центру: при початковому значенні параметра s його велика вісь розташована горизонтально (внизу), а при кінцевому — вертикально (вгорі). На рис. 2, б поверхня побудована при рівних значеннях a і b , тобто твірною є коло, а сама поверхня — трубочаста.

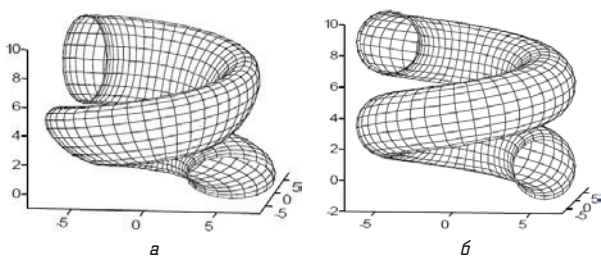


Рис. 2. Поверхні, побудовані за рівняннями (17) при заданих сталих гвинтової лінії $r = 5$; $h = 0,85$ при: а — $a = 3$; $b = 1,5$; б — $a = 2$; $b = 2$

Якщо одна із півосей дорівнює нулю, то еліпс вироджується у пряму, отже конструюваною поверхнею буде лінійчата (рис. 3), причому розгортна, тому що тільки у розгортних поверхнях прямолінійна твірна є лінією кривини.

Одним із можливих варіантів конструювання поверхні є зміщення твірної кривої в нормальній площині гвинтової лінії на сталу величину c вздовж головної нормалі. Для цього вказану постійну c потрібно до-

дати до першого рівняння (19). Наприклад, на рис. 4 побудовано поверхні, у яких центр кола зміщений на різні відстані від точки на гвинтовій лінії: в першому випадку (рис. 4, а) точка обертання кола знаходиться всередині нього, в другому (рис. 4, б) — на колі і в третьому (рис. 4, в) — за межами кола. При $c = 0$ коло обертається навколо центра і поверхня є гвинтовою (рис. 2, б), при $c \neq 0$ поверхня є квазігвинтовою (рис. 4).

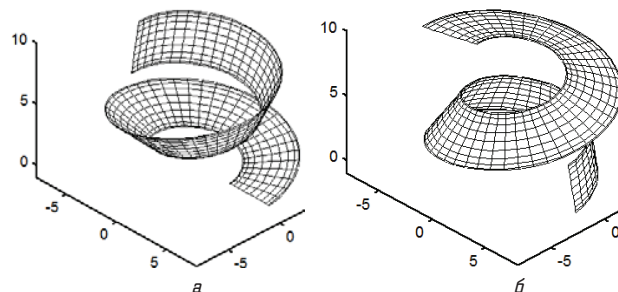


Рис. 3. Лінійчаті розгортні поверхні, побудовані за рівняннями (17) при заданих сталих гвинтової лінії $r = 5$; $h = 0,85$ при: а — $a = 2$; $b = 0$; б — $a = 0$; $b = 2$

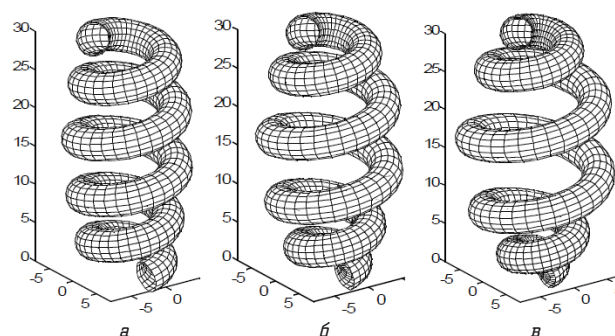


Рис. 4. Квазігвинтові поверхні, утворені зміщенням центра обертання твірної кола на відстань c від точки гвинтової лінії при її заданих сталих $r = 5$; $h = 1$ при: а — $a = b = 2$; $c = 1$; б — $a = b = 2$; $c = 2$; в — $a = b = 2$; $c = 3$

У квазігвинтових поверхнях одна із сімей координатних ліній є квазігвинтовими і тільки одна є гвинтовою — задана напрямна, причому в тому випадку, коли вона належить поверхні. Це пояснюється тим, що твірна крива повертається в нормальній площині навколо точки, що належить заданій гвинтовій лінії, а центр обертання свого положення не змінює, тобто залишається на гвинтовій лінії. Для прикладу розглянемо конструювання поверхні, для якої за твірну криву візьмемо кубіку Чирнгаузена, обмежену точкою самоперетину (рис. 5, а). Із врахуванням її зміщення вздовж осі y таким чином, щоб точка самоперетину була у початку координат, рівняння кривої запишуться:

$$\begin{aligned}
 x &= av(3-v^2); \\
 y &= -a(1-3v^2) - 2,48. \quad (20)
 \end{aligned}$$

При підстановці виразів (20) у (17) отримаємо параметричні рівняння квазігвинтової поверхні, віднесеної до координатних ліній кривини. Крива розташована в нормальній площині гвинтової лінії таким чином, що точка самоперетину знаходиться на гвинтовій лінії, тобто є центром обертання кривої. Отже лише ця точка

кривої рухається по заданій гвинтовій лінії, всі інші точки описують квазігвинтові лінії. На зображеному відсіку утвореної поверхні (рис. 5, в) твірна крива при русі із початкового в кінцеве положення повернулася на кут, приблизно рівний 180° . При $h = 0$ скрут $\sigma = 0$ згідно (16), отже поворот твірної відсутній. Утвореною поверхнею буде поверхня обертанья, віднесена до сімей ліній кривини, якими є паралелі і меридіани (рис. 5, б).

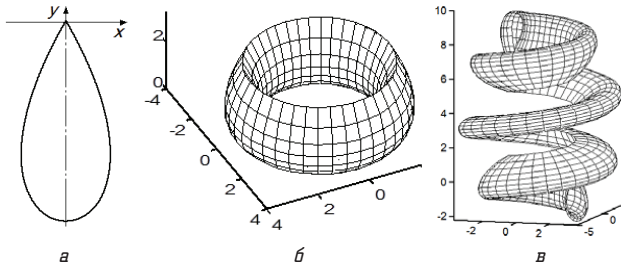


Рис. 5. Твірна крива та отримані на її основі поверхні, віднесені до координатних ліній кривини: а — твірна крива — кубіка Чирнгаузена; б — поверхня обертанья; в — квазігвинтова поверхня

Отже поверхня, утворена на основі гвинтової прямої лінії за розробленим алгоритмом буде віднесена до координатних ліній кривини при будь-якому значенні сталої b , причому при $b = 0$ вона перетворюється у поверхню обертанья.

4. Висновки

На основі напрямної гвинтової лінії можна конструювати різноманітні поверхні, віднесені до координатних ліній кривини. Для цього в нормальній площині супровідного тригранника гвинтової лінії потрібно розташувати плоску твірну лінію. При русі тригранника по гвинтовій лінії твірна лінія повинна одночасно обернутися в нормальній площині навколо вершини тригранника на кут, рівний добутку скруту гвинтової лінії на довжину її дуги в поточній точці, взятою із знаком «мінус». Форма поверхні залежить від параметрів гвинтової лінії і виду твірної. Якщо твірна лінія пряма, то утвореною поверхнею буде розгортна. При такому способі утворення всі поверхні будуть квазігвинтовими, окрім випадку, коли твірною лінією є коло з центром у вершині тригранника. В цьому випадку утвореною поверхнею буде трубчаста гвинтова поверхня.

Література

1. Степанов, Б. А. Прочность винтовых гвоздей на выдергивание [Текст] : сб. докладов науч.-техн. конференции профессорско-преподавательского состава Института Строительства и Архитектуры / Б. А. Степанов, Л. В. Деев. — М.: МГСУ, 2006. — С. 246–250.
2. Люкшин, В. С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов [Текст] / В. С. Люкшин. — М.: Машиностроение, 1978. — 368 с.
3. Сакун, В. А. Винтовые компрессоры [Текст] / В. А. Сакун. — Л.: Машиностроение, 1970. — 400 с.
4. Хисамеев, И. С. Двухроторные винтовые и прямозубые компрессоры: Теория расчет и проектирование [Текст] / И. С. Хисамеев, В. А. Максимов. — Казань: Фэн, 2000. — 638 с.
5. Люлько, В. Н. Некоторые задачи исследования процессов сжатия газа и создания новых конструкций винтовых компрессорных машин [Текст] / В. Н. Люлько // Вестник СумГУ. — № 3(49). — С. 75–81.

6. Тевлин, А. М. Винтовое проектирование и его применение для решения геометрических задач [Текст] / А. М. Тевлин // Известия высших учебных заведений. — М.: Машиностроение, 1962. — Вып. 2. — С. 130–141.
7. Иванов, Ю. Н. Применение винтового проектирования к профилированию сопряженных поверхностей [Текст] / Ю. Н. Тевлин. — Омск: ЮМПИ, 1963. — 115 с.
8. Щуров, И. А. Расчет профиля дискового инструмента для обработки винтовой поверхности [Текст] / И. А. Щуров // СТН. — 1996. — № 1. — С. 19–21.
9. Слав, Л. И. Профилирование дисковой фрезы для обработки винтовой поверхности [Текст] / Л. И. Слав // Станки и инструменты. — 1978. — № 5. — С. 28–30.
10. Тевлин, А. М. Профилирование дисковой фрезы для обработки конической винтовой поверхности [Текст] / А. М. Тевлин, Л. И. Слав // Станки и инструмент. — 1971. — № 6. — С. 30–32.
11. Гайдарь, О. Г. Поверхности оболочек, отнесенные к линиям кривизны [Текст] / О. Г. Гайдарь // Труды международной научной конференции «Архитектура оболочек и прочностной расчет тонкостенных строительных и машиностроительных конструкций сложной формы». — М.: РУДН, 2001. — С. 64–69.
12. Лапшин, М. Л. Конструирование каркаса линий кривизны поверхностей технической формы [Текст] / М. Л. Лапшин // Начертательная геометрия и ее приложение. — Саратов, 1976. — С. 10–12.
13. Скидан, И. А. Метод нахождения поверхностей, отнесенных к линиям кривизны [Текст] / И. А. Скидан // Прикладная геометрия и инженерная графика. — К.: Будівельник, 1990. — Вып. 49. — С. 29–32.
14. Скидан, І. А. Проблема віднесення поверхні до сітки з ліній кривини [Текст] / І. А. Скидан, Н. Ю. Улицька // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. — Мелітополь: ТДАТА, 2003. — Вып. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. — Т. 19. — С. 7–14.
15. Муквич, М. М. Конструювання трубчастих поверхонь із просторовою віссю, описаних сім'ями координатних ліній кривини [Текст] / М. М. Муквич // Прикл. геометрія та інж. графіка. — К.: КНУБА, 2009. — Вып. 81. — С. 195–200.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ОТНЕСЕННЫХ К КООРДИНАТНЫМ ЛИНИЯМ КРИВИЗНЫ

Рассмотрено конструирование винтовой поверхности движением плоской кривой постоянной формы в нормальной плоскости винтовой линии таким образом, чтобы образованная поверхность была отнесена к семейству линий кривизны. Выведения векторного уравнения поверхности осуществлено с использованием сопровождающего трехгранника винтовой линии. Приведены параметрические уравнения некоторых поверхностей и получены их изображения.

Ключевые слова: винтовая поверхность, линии кривизны, сопровождающий трехгранник, формулы Френе, кручение, кривизна.

Пилипака Тарас Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна, e-mail: engmech_centre@twin.nauu.kiev.ua.
Пилипака Олександр Андрійович, аспірант, кафедра нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна, e-mail: geometry@twin.nauu.kiev.ua.

Пилипака Тарас Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра начертательной геометрии, компьютерной графики и дизайна, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина.
Пилипака Александр Андреевич, аспирант, кафедра начертательной геометрии, компьютерной графики и дизайна, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина.

Pylypaka Taras, National University of Life and Environmental, Ukraine, e-mail: engmech_centre@twin.nauu.kiev.ua.
Pylypaka Alexander, National University of Life and Environmental, Ukraine, e-mail: geometry@twin.nauu.kiev.ua