

КОМП'ЮТЕРНЕ ВАРІАНТНЕ ФОРМОУТВОРЕННЯ СТРІЛЧАСТИХ ЛАП

Вірченко Г.А., д.т.н., професор,
krivir@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9586-4538

Волоха М.П., д.т.н., с.н.с.,
volmp@i.ua, ORCID: 0000-0002-0112-7324

Яблонський П.М., к.т.н., доцент,
yrn@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1971-5140

Воробйов О. М., ст. викл.,
vorobyov.kpi@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5314-1075

Лазарчук-Воробйова Ю.В., ст. викл.,
jullazarchuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7866-3299

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(м. Київ, Україна)*

***Анотація** – на засадах теорії структурно-параметричного геометричного моделювання, викладеного в попередніх публікаціях авторів належного математичного апарату наведено приклади комп'ютерного формоутворення таких ґрунтообробних знарядь, як стрілчасті лапи. Дану працю виконано на кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках науково-технічної теми «Автоматизоване варіантне геометричне моделювання технічних об'єктів» з державним номером реєстрації 0114U002701.*

У проаналізованій літературі акцентовано актуальність здійснення наукових розвідок щодо подальшого покращення якості продукції сільськогосподарського машинобудування. Зазначено, що одну з провідних ролей в окресленому питанні відіграють комп'ютерні засоби формоутворення. Тому вдосконалення останніх є важливою науково-прикладною проблемою. На основі запропонованого принципу інтеграції, який розвиває методологію структурно-параметричного геометричного моделювання, напрацьовано ряд нових способів, зокрема: інтегрованих класифікацій для автоматизованого формоутворення певних груп промислової продукції; зменшення області проектних розв'язків; узагальненого контуру та ряд інших. На їхній підставі розроблено відповідні прийоми, алгоритми, моделі. Ця публікація ілюструє описаний підхід до комп'ютерного варіантного геометричного моделювання на конкретних прикладах стрілчастих лап.

Ключові слова – автоматизоване проектування, варіантне геометричне моделювання, ґрунтообробні знаряддя, стрілчасті лапи, структурно-параметричне формоутворення.

Постановка проблеми. На нинішньому складному етапі розвитку України насущним завданням із точки зору сталого розвитку економіки є подальше вдосконалення сільськогосподарської техніки, в тому числі ґрунтообробних знарядь. Для забезпечення високої ефективності вказаних об'єктів доволі важливе визначення оптимальної їхньої форми та розмірів. Тому проведення відповідних досліджень для вирішення зазначеної проблеми становить актуальну науково-прикладну задачу.

Аналіз останніх досліджень. У праці [1] викладено базові положення теорії структурно-параметричного формоутворення. Виданням [2] окреслено деякі перспективні напрямки сучасного комп'ютерного геометричного моделювання промислової продукції. При цьому в дослідженні [3] акцентовано насущність питань математичного узагальнення та інтеграції використовуваних підходів. Публікацією [4] виконано геометричну систематизацію сучасних ґрунтообробних знарядь та належних засобів формоутворення. У статті [5] зазначається ефективність застосування модульного принципу для автоматизованого проектування технічних об'єктів, який може бути також поширений для геометричного моделювання. У доповіді [6] подано інтегроване комплексне формоутворення ґрунтообробних дисків. У дослідженні [7] розглянуто варіантну комп'ютерну побудову робочих поверхонь стрілчастих лап. Працею [8] аналізується вплив їхніх геометричних параметрів на енергетичні показники комбінованого культиватора-сошника. Отже, наведені літературні джерела засвідчують актуальність подальшого вдосконалення комп'ютерного формоутворення різноманітних ґрунтообробних знарядь.

Ціль публікації полягає в описі запропонованої інтегрованої методики комп'ютерного геометричного моделювання стрілчастих лап, яка поєднує етап варіантного опрацювання їхніх робочих поверхонь і відповідну початкову стадію автоматизованого конструювання даних сільськогосподарських знарядь.

Основна частина. У виданні [7] наведено математичний апарат для гнучкого автоматизованого формоутворення робочих поверхонь стрілчастих лап. Це стосується схем побудов, необхідних геометричних параметрів, їхніх проміжків змінювання і т. д. Було зауважено, що для покращення техніко-економічних показників зазначенні знаряддя застосовуються як із прямолінійними, так і криволінійними обводами.

Після аналізу різновидів робочих поверхонь та дефініції найбільш перспективних їхніх зразків переходять до автоматизованого варіантного конструювання стрілчастих лап (СЛ). На засадах структурно-параметричного формоутворення визначається їхній склад

$$СЛ = (сл_i)_1^{N_{СЛ}} = (сл_i)_1^3, \quad (1)$$

де $sl_1 = CT$ – стояк, $sl_2 = RP$ – робоча поверхня, $sl_3 = KP$ – кріплення.

Кожен з елементів (1) має певну множину своїх проектних варіантів

$$sl_i = (sl_{ij})_1^{N_{sl_i}}, \quad (2)$$

де N_{sl_i} – число різновидів sl_i ,
та векторів параметрів

$$P_{ij} = (p_{ijk})_1^{N_{p_{ij}}}, \quad (3)$$

де $N_{p_{ij}}$ – їхня кількість для j -го варіанта i -го елемента.

Використання множин (1) ... (3) ілюструє рис. 1.

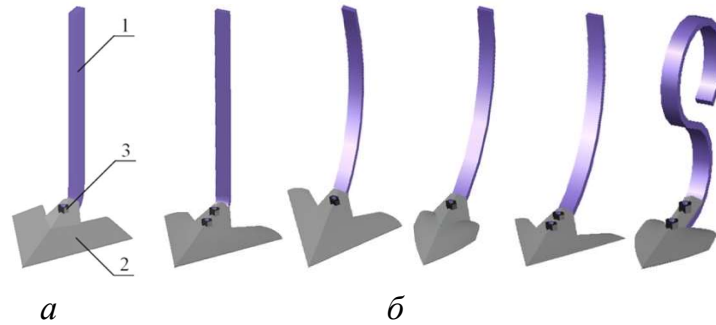


Рис. 1. Стрілчаста лапа:

a – склад елементів (1 – стояк; 2 – робоча поверхня; 3 – кріплення);

б – конструкційні різновиди

Перше зображення (рис. 1, *a*) показує склад проектних елементів. Кортеж стояків має вигляд

$$CT = (ct_i)_1^{N_{CT}}. \quad (4)$$

Уявлення про застосовувані конструкції (4) дає рис. 1, *б*.

Аналогічний підхід вжито для робочих поверхонь

$$RP = (rp_i)_1^{N_{RP}} \quad (5)$$

і кріплення

$$KP = (kp_i)_1^{N_{KP}}. \quad (6)$$

Структурний зв'язок між варіантами n -го та m -го елемента стрілчастої лапи SL моделюють матриці суміжності

$$C_{nm} = \|c_{nr} c_{ms}\|, \quad (7)$$

де r, s – натуральні числа; $r \in (1 \dots N_n)$, $s \in (1 \dots N_m)$; N_n, N_m – число варіантів n -го й m -го елемента; $c_{nr} c_{ms} \neq 0$ при взаємодії різновидів o_{nr} та o_{ms} , інакше $c_{nr} c_{ms} = 0$.

Вирази (1) ... (7) дозволяють створити, див. публікацію [1], структурно-параметричну модель, що забезпечує комплексну оптимізацію проектованої стрілчастої лапи. Прикладом використання математичних описів суміжних дисциплін, у даному випадку ґрунтообробної механіки, слугує стаття [8].

Висновки. У даній публікації подано опис запропонованої інтегрованої методики комп'ютерного варіантного геометричного моделювання стрілчастих лап, яка гнучко поєднує етап опрацювання їхніх робочих поверхонь і початкову стадію автоматизованого конструювання даних сільськогосподарських знарядь. Наведений підхід спрямований на підвищення продуктивності автоматизованого проєктування на засадах теорії структурно-параметричного формоутворення. Окреслена тематика потребує проведення подальших відповідних наукових досліджень.

Бібліографічний список

1. Ванін В.В., Вірченко Г.А. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання. *Геометричне та комп'ютерне моделювання*, 2009. Вип. 23. С. 42–48.
2. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Яблонський П.М., Незенко А.Й. Деякі актуальні задачі сучасного комп'ютерного геометричного моделювання технічних об'єктів. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*, 2020. Вип. 97. С. 16–22.
3. Яблонський П.М. Деякі питання узагальнення засобів геометричного моделювання для проєктування технічних об'єктів. *Сучасні проблеми моделювання*, 2018. Вип. 13. С. 192–198.
4. Яблонський П.М., Вірченко Г.А., Волоха М.П., Воробйов О.М., Лазарчук-Воробйова Ю.В. До питання аналізу геометричних моделей сучасних ґрунтообробних знарядь. *Сучасні проблеми моделювання*, 2022. Вип. 24. С. 182–189.
5. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Яблонський П.М., Лазарчук-Воробйова Ю.В., Воробйов О.М. Модульно-геометричний підхід в автоматизованому проєктуванні виробів машинобудування. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*, 2023. Вип. 105. С. 16–22. DOI: <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2023.105.16-22>
6. Ванін В.В., Яблонський П.М., Воробйов О.М. До питання інтегрованого комплексного геометричного моделювання ґрунтообробних знарядь. *Збірник доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції «Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності»*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. С. 4–7.
7. Вірченко Г.А., Волоха М.П., Яблонський П.М., Воробйов О.М., Голова О.О., Лазарчук-Воробйова Ю.В. Геометричне моделювання стрілчастих лап засобами структурно-параметричного формоутворення. *Збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції «Обухівські читання»*. Київ: НУБіП України, 2024. С. 43–46.
8. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Волоха М.П., Яблонський П.М., Воробйов О.М. Вплив геометричних параметрів стрілчастої лапи на енергетичні показники комбінованого культиватора-сошника. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*, 2023. Вип. 104. С. 30–37. DOI: <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2023.104.30-37>