

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»***

*з нагоди 94-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)*

10 березня 2020 року



м. Київ

УДК 004.925.8:631.3

КОМП'ЮТЕРНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, П.М. Яблонський

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Постановка проблеми. Розробка нових підходів, методів, способів і прийомів для успішного практичного використання існуючих систем автоматизованого проектування (САПР) є важливим напрямком подальшого підвищення ефективності сучасних комп'ютерних інформаційних технологій. Відомо, що геометричне моделювання становить основу проектування багатьох різноманітних технічних об'єктів. Тому нині актуальною проблемою є питання напрацювання належних продуктивних методологій автоматизованого формоутворення промислової продукції.

Аналіз останніх досліджень. Науковою школою прикладної геометрії КПІ ім. Ігоря Сікорського приділяється велика увага таким дослідженням [1], зокрема, *структурно-параметричному формоутворенню* [2]. Публікацією [3] доповнено дану методологію *принципом інтеграції*, який полягає в поєднанні етапів життєвого циклу технічних об'єктів та відповідних засобів автоматизованого геометричного моделювання. Це дозволяє ефективно реалізовувати комплексне оптимальне проектування різноманітної промислової продукції. Одними з невирішених задач є подальше узагальнення застосовуваних методів, способів і прийомів автоматизованого геометричного моделювання для підвищення продуктивності їх практичного використання в середовищі сучасних САПР.

Формулювання цілей. Метою даної праці становить опис запропонованої методики автоматизованого геометричного моделювання групи технічних об'єктів на прикладі дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь шляхом узагальнення засобів комп'ютерного формоутворення на засадах принципу інтеграції структурно-параметричної методології.

Основний матеріал. Відомості щодо дискових ґрунтообробних знарядь містяться, зокрема, в дослідженнях [4, 5]. У публікації [6] подано класифікацію дискових робочих органів, яку виконано на базі структурно-параметричного підходу. Це сприяє подальшому успішному застосуванню групових комп'ютерних інформаційних технологій.

Проаналізуємо наявні в САПР засоби автоматизованого формоутворення. У загальному випадку для моделювання технічних об'єктів застосовуються *геометричні фігури* $ГФ$, що визначені множиною

$$ГФ = (ГФ_i)_0^{N_{ГФ}} = (ГФ_i)_0^5, \quad (1)$$

де $ГФ_0 = ТЧ$ – точки, $ГФ_1 = ЛН$ – лінії, $ГФ_2 = ПФ$ – поверхні, $ГФ_3 = ТЛ$ – тіла, $ГФ_4 = БФ$ – багатовимірні фігури, $ГФ_5 = КФ$ – комбіновані фігури.

Використовувані *геометричні способи ГС* моделювання фігур (1) описуються кортежем

$$ГС = (ГС_i)_1^{N_{ГС}} = (ГС_i)_1^2, \quad (2)$$

де $ГС_1 = ГСС$ – *геометричні способи створення*, $ГС_2 = ГСМ$ – *геометричні способи модифікації*.

Елементи множини (2) подаються у вигляді

$$ГС_1 = (ГС_{1_j})_1^{N_{ГС_1}} = (ГС_{1_j})_1^2, \quad (3)$$

де $ГС_{1_1} =$ *кінематичні*, $ГС_{1_2} =$ *аналітичні*;

$$ГС_2 = (ГС_{2_j})_1^{N_{ГС_2}} = (ГС_{2_j})_1^3, \quad (4)$$

де $ГС_{2_1} =$ *рух*, $ГС_{2_2} =$ *деформація*, $ГС_{2_3} =$ *операції над множинами точок*.

Більш докладна реалізація кортежів (3) та (4) залежить від конкретної САПР.

Запропонована методика автоматизованого геометричного моделювання групи технічних об'єктів у середовищі сучасних комп'ютерних інформаційних технологій полягає у виборі з інваріантних засобів формоутворення (1) ... (4) потрібних складових для побудови опрацьовуваних об'єктів. У такий спосіб розробляється відповідний необхідний для геометричного моделювання модуль.

Згідно з результатами дослідження [6] *форма базової поверхні ФБП* дискових ґрунтообробних знарядь може бути

$$ФБП = (ФБП_i)_1^{N_{ФБП}} = (ФБП_i)_1^4, \quad (5)$$

де $ФБП_1$ – *плоска*, $ФБП_2$ – *конічна*, $ФБП_3$ – *сферична*, $ФБП_4$ – *комбінована*;
застосовувані *отвори*

$$ОТВ = (ОТВ_i)_1^{N_{ОТВ}} = (ОТВ_i)_1^3, \quad (6)$$

де $ОТВ_1$ – *круглі*, $ОТВ_2 = (ОТВ_{2_1}, ОТВ_{2_2}) =$ *(квадратні, шестигранні) – некруглі*,
 $ОТВ_3$ – *комбіновані*;

використовувані *вирізи*

$$ВРЗ = (ВРЗ_i)_1^{N_{ВРЗ}} = (ВРЗ_i)_1^5, \quad (7)$$

де $ВРЗ_1$ – *без вирізів*, $ВРЗ_2 = (ВРЗ_{2_1}, ВРЗ_{2_2}) =$ *(V-подібні, трапецеїдальні) – складені прямолінійні контури*, $ВРЗ_3$ – *дуги кіл*, $ВРЗ_4 = (ВРЗ_{4_1}, ВРЗ_{4_2}) =$ *(циклоїдальні, синусоїдальні) – вирізи хвилясті*, $ВРЗ_5$ – *комбіновані*.

Процес виготовлення дискових робочих органів (5) ... (7) містить такі *технологічні операції*

$$ТО = (ТО_i)_1^{N_{ТО}} = (ТО_i)_1^4, \quad (8)$$

де $ТО_1$ – *обрізати зовнішній контур заготовки*, $ТО_2$ – *сформувати отвори*,
 $ТО_3$ – *зробити вирізи*, $ТО_4$ – *деформувати диск*.

Для інтегрованих комп'ютерних технологій САПР в аспекті реалістичного відтворення життєвого циклу продукції важливим є якісне відображення виробничих процесів, наприклад (8), які здійснюються штампуванням, фрезеруванням, свердлінням, лазерним різанням тощо.

Розглянемо деякі отримані практичні результати. На рис. 1 показано комп'ютерні параметричні твердотільні моделі кількох спроектованих об'єктів.

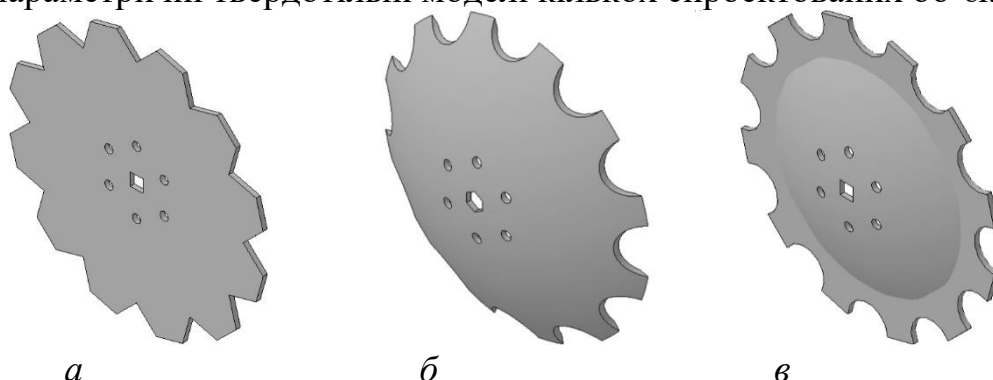


Рис. 1. Комп'ютерні моделі дисків із комбінованими отворами:
a – плоский із V-подібними вирізами; *б* – сферичний із вирізами дугами кіл;
в – з базовою сферично-пласкою поверхнею та вирізами дугами кіл

Рис. 2 ілюструє технологічну послідовність виготовлення сферичного диска, яку реалізовано за допомогою напрацьованої методики автоматизованого формоутворення групи технічних виробів.

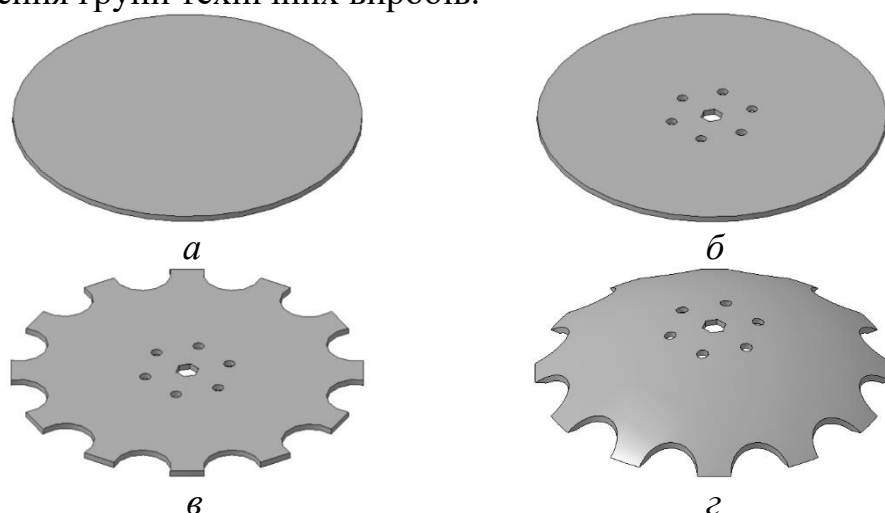


Рис. 2. Комп'ютерні моделі стадій виготовлення диска:
a – плоска заготовка після обрізання зовнішнього контуру; *б* – сформовані отвори; *в* – зроблені вирізи; *г* – отримана сферична поверхня

Таким чином, у даній публікації проаналізовано основні теоретичні положення запропонованої методики комп'ютерного геометричного моделювання групи технічних об'єктів, окреслено належні засоби, способи та прийоми формоутворення, проілюстровано їх отриманими практичними прикладами.

Висновки. Перевага розробленого підходу до автоматизованого геометричного моделювання порівняно з існуючими полягає в забезпеченні продуктивного формування великого числа структурно-параметричних варіантів опрацьовуваних об'єктів. Останнє дозволяє суттєво підвищувати ефективність комп'ютерного проектування промислової продукції в середовищі сучасних

САПР завдяки можливості проведення результативних досліджень більшої кількості її різновидів для визначення на підставі цього оптимального з них.

Важливим є також інваріантний характер запропонованої методики формоутворення, що поширюється й на інші, ніж сільськогосподарське машинобудування, галузі промисловості, зокрема, авіаційну, хімічну, нафтогазову тощо. Даний напрямок становить перспективи проведення подальших наукових досліджень школи прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Література

1. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Гумен О.М., Юрчук В.П., Яблонський П.М. Сучасний стан і перспективи подальшого розвитку наукової школи прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Прикладні питання математичного моделювання. Херсон, 2018. Вип. 2. С. 17-23.

2. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Гетьман О.Г., Яблонський П.М. Структурно-параметричне формоутворення як засіб інтеграції автоматизованого проектування технічних об'єктів. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Київ: КНУБА, 2019. Вип. 95. С. 46-50.

3. Яблонський П.М. Деякі питання узагальнення засобів геометричного моделювання для проектування технічних об'єктів. Сучасні проблеми моделювання. Мелітополь: МДПУ, 2018. Вип. 13. С. 192-198.

4. Лысыч М.Н. Анализ конструкций дисковых рабочих органов почвообрабатывающих орудий и возможностей их применения в условиях лесных вырубок. Современные проблемы науки и образования [электронный научный журнал], 2014. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16354>

5. Трубилин Е.И., Сохт К.А., Коновалов В.И., Данюкова О.В. Рабочие органы дисковых борон и луцильников. Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ, 2013. № 91 (07). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/95.pdf>

6. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Яблонський П.М. Деякі геометричні аспекти класифікації дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь. Сучасні проблеми моделювання. Мелітополь: МДПУ, 2019. Вип. 16. С. 70-75.