

УДК 514.8:004.925.8:621

ДЕЯКІ ПИТАННЯ УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗАСОБІВ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Яблонський П.М., к.т.н.

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

У роботі розглянуто питання узагальнення засобів геометричного моделювання для проектування технічних об'єктів.

Очевидним є факт, що нині комп'ютерне геометричне моделювання доволі популярне під час створення різноманітних технічних об'єктів. Це стосується, наприклад, практичного застосування багатьох систем автоматизованого проектування. Успішний розвиток зазначеного напрямку неможливий без удосконалення наявних обчислювальних засобів, програмного забезпечення та математичного апарату. Відповідно, постійно постає проблема покращення відповідних наявних підходів, методів, способів і прийомів, особливо в галузі комп'ютерного формоутворення.

Зокрема, у цій статті пропонується доповнити методологію структурно-параметричного формоутворення принципом інтеграції, який полягає не тільки в поєднанні етапів життєвого циклу технічних об'єктів, а й відповідних засобів геометричного моделювання у вигляді належного математичного апарату. Це дозволить ефективно реалізовувати комплексне оптимальне формоутворення різноманітних технічних об'єктів під час їх проектування, виготовлення та експлуатації.

Крім цього, розглянуто основні положення розробленого способу зменшення області проектних розв'язків, який є однією з ілюстрацій створеної інтегрованої комплексної методології геометричного моделювання технічних об'єктів. Цей підхід дозволить вдосконалювати наявні методи комп'ютерного геометричного моделювання, а також розроблювати нові методи, що, у свою чергу, дасть можливість суттєво зменшити кількість експериментальних досліджень і, відповідно, заощадити кошти на їх проведення.

Слід зазначити, що запропоновані у статті принцип інтеграції та спосіб зменшення області проектних розв'язків є універсальним апаратом і може застосовуватись при комп'ютерному геометричному моделюванні для створення різноманітної промислової продукції.

Також у статті визначено напрямки проведення подальших наукових досліджень.

Ключові слова: геометричне моделювання, проектування, структурно-параметричне формоутворення, принцип інтеграції, технічні об'єкти.

Постановка проблеми. Нині комп'ютерне геометричне моделювання доволі популярне під час створення різноманітних технічних об'єктів. Це стосується, наприклад, практичного застосування багатьох систем автоматизованого проектування. Успішний розвиток зазначеного напрямку неможливий без удосконалення наявних обчислювальних засобів, програмного забезпечення та математичного апарату. Тому проблема покращення відповідних існуючих підходів, методів, способів і прийомів, зокрема в галузі комп'ютерного формоутворення, є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У статті [1] виконано аналіз сучасного стану, напрямків досліджень, отриманих результатів та перспектив розвитку наукової школи прикладної геометрії КПІ ім. Ігоря Сікорського. Головною актуальною метою визначено потребу формування *інтегрованої комплексної методології* геометричного моделювання різноманітних технічних об'єктів, процесів їх виготовлення та експлуатації. Основою для цього взято методологію структурно-параметричного формоутворення, базові положення якої висвітлено в публікації [2], деякі способи, прийоми, алгоритми тощо – у виданнях [3, 4], практичне використання – у працях [5, 6].

Формулювання цілей статті. Дати опис запропонованого *принципу інтеграції* та розробленого *способу зменшення області проектних розв'язків* під час опрацювання різноманітних технічних об'єктів.

Основна частина. Відповідно до роботи [2] базовими для структурно-параметричного формоутворення є принципи: *системного підходу* (розгляд досліджуваного об'єкта як множини взаємопов'язаних параметричних елементів та складового компонента системи вищого рівня), *варіантності* (забезпечення геометричною моделлю ефективних структурно-параметричних різновидів опрацьовуваного об'єкта або процесу); *оптимальності* (наявність засобів для визначення раціональних величин параметрів і характеристик); *відкритості та розвитку* (можливість легкого оновлення й розширення складових компонентів структурно-параметричних геометричних моделей); *комплексного підходу* (приспосованість до урахування потреб інших математичних описів досліджуваного об'єкта або процесу). З теоретичної точки зору

наведений перелік принципів доволі фундаментальний, його практичну ефективність, зокрема, підтверджують публікації [5, 6].

У роботі [1] зазначається, що під терміном «комплексна методологія» мається на увазі максимальне врахування різноманітних вимог багатьох дисциплін, наприклад, конструкції, міцності, технології, експлуатації, економіки і т. д. на певному етапі життєвого циклу промислової продукції, тобто її проектування, виробництва та експлуатації, а під терміном «інтегрована» – забезпечення ефективного поєднання зазначених етапів із метою їх оптимізації.

Даною працею пропонується доповнити методологію структурно-параметричного формоутворення *принципом інтеграції*, який полягає не тільки в поєднанні етапів життєвого циклу технічних об'єктів, а й відповідних засобів геометричного моделювання у вигляді належного математичного апарату. Це дозволить ефективно реалізовувати комплексне оптимальне формоутворення різноманітних технічних об'єктів під час їх проектування, виготовлення та експлуатації.

Розглянемо основні положення розробленого способу зменшення області проектних розв'язків, який є однією з ілюстрацій створюваної інтегрованої комплексної методології геометричного моделювання технічних об'єктів. Остання певним чином розвиває поданий у публікації [7] напрямок і спирається на теоретичні засади праці [8].

Подамо базові ідеї зазначеного способу на прикладі опрацювання спрощеної, через обмежений обсяг статті, геометричної моделі шестигранної гайки (рис. 1). Даний об'єкт визначають такі параметри як номінальний діаметр d нарізі та її крок p , розмір «під ключ» S та висота H гайки. Початкова область проектних розв'язків може мати вигляд проміжків:

$$d \in [d_{\min}, d_{\max}], p \in [p_{\min}, p_{\max}], S \in [S_{\min}, S_{\max}], H \in [H_{\min}, H_{\max}]. \quad (1)$$

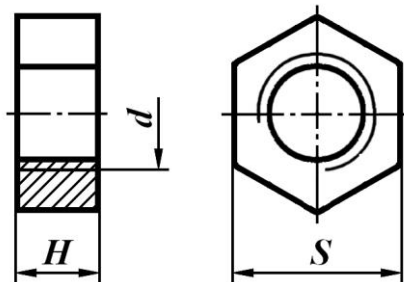


Рис. 1. Гайка шестигранна:

d – номінальний діаметр нарізі; p – крок нарізі;
 S – розмір «під ключ»; H – висота гайки

Вирази (1) є окремим випадком наступної загальної залежності для деякого проектного технічного об'єкта O :

$$O = (u_i)_1^n, \quad u_i \in [u_{i_{\min}}, u_{i_{\max}}], \quad n \in \mathbb{N}, \quad (2)$$

де u_i – параметри об'єкта O .

На підставі формул (1) та (2) для опрацьовуваної гайки маємо:

$$G = (u_i)_1^4 = (d, p, S, H). \quad (3)$$

Як бачимо з формул (1) ... (3), гайка G , що розглядається, у процесі свого визначення з геометричної точки зору проходить шлях поступового зменшення від багатовимірної початкової області можливих проектних розв'язків (1) до певної точки (3) в цьому просторі. Відповідно до структурно-параметричного підходу будемо досліджувати багатовимірну область (1) як деяку множину підпросторів меншої вимірності. У даному випадку в якості останніх застосуємо тривимірний простір як найбільш наочний.

Зауважимо, що далі через обмежений обсяг статті не будемо акцентувати увагу на обґрунтуванні певного вибору з неперервних проміжків (1) конкретних дискретних значень параметрів.

Нехай для кроку нарізі можливі два варіанти p_{\min} та p_{\max} (малий та великий крок). Тоді, згідно з описаною методикою, для гайки (3) маємо два показані на рис. 2 тривимірні підпростори.

Поступове зменшення області проектних розв'язків може полягати в тому, що, наприклад, спочатку визначаються дискретні величини для діаметрів d нарізі та розмірів S «під ключ». Далі у площині (d, S) здійснюється дефініція подальших опрацьовуваних варіантів. На рис. 2 це відповідні три точки. Потім у тривимірному просторі шляхом перетину належних трьох прямих із чотирма площинами висот (гайки низькі, нормальні, високі, особливо високі) та врахування проектних обмежень визначаються потрібні точки з координатами (d, S, H) . Завершальною операцією є дефініція кращої з них (d, p, S, H) за наявними критеріями.

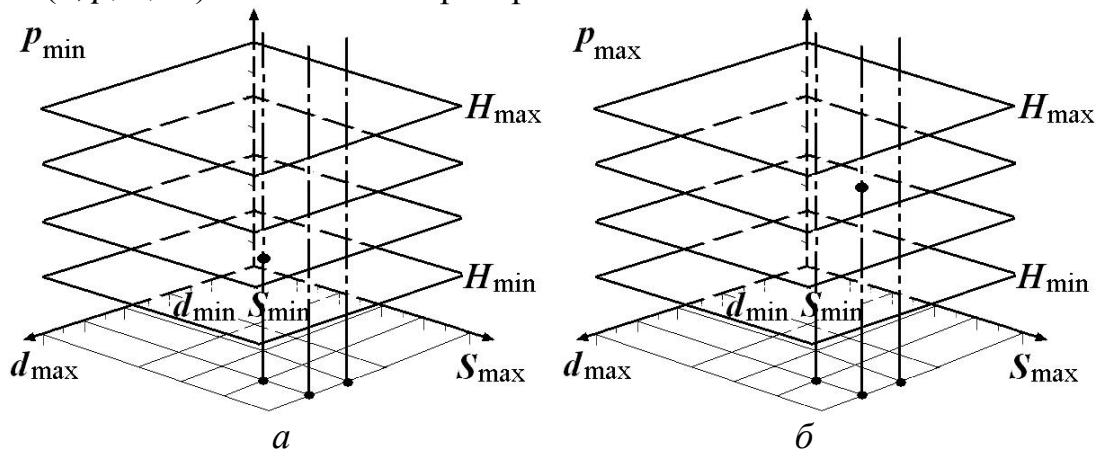


Рис. 2. Зменшення області проектних розв'язків гайки G :
 a, b – відповідно для малого та великого кроку нарізі

Висновки. У статті подано опис запропонованого принципу інтеграції та основ розробленого способу зменшення області проектних розв'язків для створення різноманітної промислової продукції. Перспективними напрямками подальших досліджень є опрацювання більш складних, ніж проаналізовано, технічних об'єктів.

Література

1. Ванін В.В. Сучасний стан і перспективи подальшого розвитку наукової школи прикладної геометрії Національного технічного університету України / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, О.М. Гумен, В.П. Юрчук, П.М. Яблонський // Прикладні питання математичного моделювання. – Вип. 2. – Херсон: ХНТУ, 2018. – С. 17-23. doi: 10.32782/2618-0340-2018-2-17-23.
2. Ванін В.В. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Вип. 23. – Харків: ХДУХТ, 2009. – С. 42-48.
3. Ванін В.В. Структурно-параметричний підхід як методологія узагальнення каркасного, поверхневого та об'ємного геометричного моделювання / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Праці Тавр. держ. агротех. ун-ту. – Вип. 4, т. 46. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – С. 42-46.
4. Вірченко Г.А. Деякі прийоми та алгоритми структурно-параметричного синтезу геометричних об'єктів / Г.А. Вірченко // Праці Тавр. держ. агротех. ун-ту. – Вип. 4, т. 48. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – С. 63-68.
5. Ванін В.В. Продукція машинобудування та процеси її виготовлення як об'єкти структурно-параметричного геометричного моделювання / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Вип. 84. – К.: КНУБА, 2010. – С. 28-32.
6. Вірченко Г.А. Раціональний розкрій матеріалів як складова частина технологічних процесів виготовлення деталей / Г.А. Вірченко, В.В. Ванін, В.Г. Вірченко // Праці Тавр. держ. агротех. ун-ту. – Вип. 4, т. 37. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 112-120.
7. Вірченко Г. А. Інтегроване параметричне моделювання фігур різної вимірності / Г. А. Вірченко // Науковий вісник Таврійського держ. агротех. ун-ту. – Вип. 6, т. 1. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – С. 257-262.
8. Вірченко Г.А. Узагальнення структурно-параметричного підходу до геометричного моделювання об'єктів машинобудування: дис. ... докт. техн. наук: 05.01.01 / Г. А. Вірченко. – Киев, 2011. – 357 с.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОБОБЩЕНИЕ СРЕДСТВ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Яблонский П.Н.

В данной работе рассмотрены вопросы обобщения средств геометрического моделирования для проектирования технических объектов. Очевидным является факт, что на сегодняшний день компьютерное геометрическое моделирование довольно популярное при создании различных технических объектов. Это касается, например, практического применения многих систем автоматизированного проектирования. Успешное развитие указанного направления невозможно без совершенствования имеющихся вычислительных средств, программного обеспечения и математического аппарата. Соответственно, постоянно возникает проблема улучшения соответствующих существующих подходов, методов, способов и приемов, особенно в области компьютерного формообразования.

В частности, в данной статье предлагается дополнить методологию структурно-параметрического формообразования принципом интеграции, который заключается не только в сочетании этапов жизненного цикла технических объектов, но и соответствующих средств геометрического моделирования в виде надлежащего математического аппарата. Это позволит эффективно реализовывать комплексное оптимальное формообразования различных технических объектов во время их проектирования, изготовления и эксплуатации.

Кроме этого, рассмотрены основные положения разработанного способа уменьшения области проектных решений, который является одной из иллюстраций создаваемой интегрированной комплексной методологии геометрического моделирования технических объектов. Данный подход позволит совершенствовать существующие методы компьютерного геометрического моделирования, а также разрабатывать новые методы, что в свою очередь, даст возможность существенно уменьшить количество экспериментальных исследований и соответственно сэкономить средства на их проведение.

Следует отметить, что предложенные в статье принцип интеграции и способ уменьшения области проектных решений являются универсальным аппаратом и могут быть применены при компьютерном геометрическом моделировании для создания разнообразной промышленной продукции.

Также в статье определены направления проведения

дальнейших научных исследований.

Ключевые слова: геометрическое моделирование, проектирование, структурно-параметрическое формообразования, принцип интеграции, технические объекты.

SOME QUESTIONS OF GENERALIZATION OF GEOMETRIC MODELING TOOLS FOR PROJECTING OF TECHNICAL OBJECTS

Yablonskyi P.

In this paper, we consider the generalizing geometric modeling tools issues for technical objects development.

Demonstrable is that today computer geometric modeling is quite popular in various technical objects development. For example, this concerns the practical application of many computer-aided design systems field. This approach's further successful development is impossible without improving existing computational tools, software, and mathematical tools. Accordingly, the problem constantly arises in improving the relevant existing approaches, methods, methods, and techniques, in particular in the computer shaping field.

In particular, this article proposes to supplement the structural-parametric shaping methodology with the integration principle including not only in the combination of the technical objects' life cycle stages, but also the corresponding means of geometric modeling in the form of a proper mathematical apparatus. This will allow to implement effectively the various technical objects integrated optimal shaping during their development, manufacture, and operation.

In addition, the developed method main provisions for reducing the area of development decisions, which illustrates the integrated methodology for developed technical objects' geometric modeling, are considered. This approach will improve the existing methods of computer geometric modeling and will develop new methods, which will make it possible to reduce significantly the experimental studies number and, accordingly, save money on their implementation.

It should be noted that the proposed integration principle and the way to reduce the area of development solutions are a universal apparatus and can be applied in computer geometric modeling to create various industrial products.

The article also identifies areas for further research.

Keywords: geometric modeling, development, integration principle, structural and parametric shaping technical objects.