

ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

¹ *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна*

² *Державне підприємство «АНТОНОВ», Україна*

У статті окреслено деякі актуальні питання сучасного комп'ютерного геометричного моделювання технічних об'єктів. Запропонований підхід спирається на здобутки школи прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та їх упровадження в різноманітні галузі промисловості, зокрема, авіаційну та сільськогосподарське машинобудування. Подані ідеї слугують перспективним напрямком проведення подальших наукових досліджень та удосконалення автоматизованого формоутворення технічної продукції.

Ключові слова: геометричне моделювання; промислові виробі; програмне забезпечення; комп'ютерне моделювання

Постановка проблеми. Нині комп'ютерне геометричне моделювання є основою автоматизованого проектування багатьох промислових виробів. Це обумовлено тим, що форма та розміри технічних об'єктів значною мірою визначають якість створюваної продукції. Існуюча проблема полягає в непростому визначенні оптимальних значень геометричних параметрів, особливо для складних виробів, наприклад, літаків. Комп'ютерні інформаційні технології сприяють успішному вирішенню зазначених питань. Тому розвиток теорії та практики формоутворення технічних об'єктів становить важливий напрямок удосконалення сучасного автоматизованого проектування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У статті [1] здійснено огляд основних здобутків та перспектив розвитку наукової школи прикладної геометрії НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Головною метою визначено потребу розробки інтегрованої комплексної методології формоутворення різноманітних технічних об'єктів, процесів їх виготовлення та експлуатації, окреслено задачі практичної реалізації поставлених завдань.

У роботі [2] показано загальний характер напрацьованої методології структурно-параметричного геометричного моделювання, її ефективність

як засобу інтеграції автоматизованого проектування промислової продукції. Публікацією [3] подано математичний апарат та комп'ютерну реалізацію динамічного формоутворення технічних об'єктів на прикладі крила літака. При цьому проаналізовано такі етапи життєвого циклу продукції як її проектування та виробництво. У дослідженні [4] викладено запропонований *спосіб зменшення області проектних розв'язків*, що спрямований на узагальнення існуючих засобів геометричного моделювання для автоматизованого проектування технічних об'єктів. У статті [5] розглянуто питання формоутворення поверхні крила протягом життєвого циклу літака.

Формулювання цілей статті. Визначити, спираючись на проаналізовані літературні джерела, перспективний підхід до комп'ютерного формоутворення різноманітної промислової продукції. На базі цього спрогнозувати необхідні методи, способи, прийоми, алгоритми, методики тощо автоматизованого геометричного моделювання технічних об'єктів.

Основна частина. Узагальнення та інтеграція засобів геометричного моделювання сприяє підвищенню продуктивності комп'ютерного формоутворення промислової продукції та покращенню її якості. У праці [6] на прикладі проектування різального інструменту наведено належні аналітичні формули та відповідні прийоми побудов запропонованого *способу узагальненого контуру*, зазначено, що окреслений напрямок варто поширити також і на інші технічні вироби.

Однак, для досягнення оптимального результату потрібно здійснювати не тільки узагальнення геометричних засобів, а й об'єктів проектування. Зразком цього підходу є публікація [7], де на базі структурно-параметричної методології виконано систематизацію в аспекті формоутворення цілого класу дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь, який включає певні підкласи, групи та підгрупи різноманітних об'єктів.

На підставі викладених вище фактів перспективними науковими прикладними задачами постають завдання щодо поєднання описаних двох підходів у спільну комп'ютерну технологію геометричного моделювання. При цьому процеси автоматизованого віртуального формоутворення повинні відповідати фізичному виготовленню продукції. Так на практиці реалізується запропонований у роботі [4] *принцип інтеграції*, що полягає в поєднанні для розроблюваних моделей як геометричних методів, так і етапів життєвого циклу опрацьовуваних технічних об'єктів. Це сприяє підвищенню ефективності комплексного комп'ютерного проектування промислової продукції.

Ще одним актуальним напрямком автоматизованого конструювання різноманітних технічних об'єктів із використанням геометричних засобів є поданий у публікації [4] на прикладі спрощеної моделі шестигранної гайки (рис. 1.) *спосіб зменшення області проектних розв'язків*.

Зазначений виріб визначають такі параметри як номінальний діаметр d нарізі та її крок p , розмір «під ключ» S і висота H гайки. Початкова область проектних розв'язків має вигляд

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

Проміжки (1) є окремим випадком наступного загального виразу для довільного опрацьованого технічного об'єкта O

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

де u_i – його параметри.

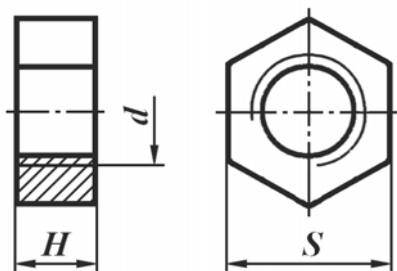


Рис. 1. Гайка шестигранна:

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

Згідно з формулами (1) та (2) для гайки G маємо

$$G = (u_i)_1^4 = (d, p, S, H), u_i \in [u_{i_{\min}}, u_{i_{\max}}], i \in \{1, 2, 3, 4\}, \quad (3)$$

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

У роботі [4] показано, що гайка, яка розробляється, під час її визначення з геометричної точки зору проходить шлях поступового зменшення своєї початкової багатовимірної області (3) можливих проектних розв'язків до належної точки в цьому просторі.

Складні технічні об'єкти, зокрема літак (рис. 2), описуються значно більшим числом геометричних параметрів. У наведеному прикладі це: L_{ϕ} – довжина фюзеляжу, яка складається з довжин носової $L_{н\phi}$, міделевої $L_{м\phi}$ і хвостової $L_{х\phi}$ частин; $\alpha_{кр}$ та $\alpha_{гд}$ – кути встановлення крила та гондол двигунів відносно горизонтальної площини літака; $\beta_{гд}$ – кут встановлення гондол двигунів відносно вертикальної площини літака; $L_{кр}$ і $L_{гд}$ – розмах крила й горизонтального оперення; $L_{ц}$ та $L_{кк}$ – довжина центроплана та консолі крила; $\varphi_{кр}$ – кут V-подібності крила; $b_{кркр}$, $b_{крп}$, $b_{кго}$, $b_{кво}$ – відповідно коренева й кінцева хорди крила, кінцева хорда горизонтального та вертикального оперення; D_{ϕ} і $D_{гд}$ – діаметри фюзеляжу й гондол двигунів; $z_{гд}$ – координата розташування гондол двигунів.

Актуальним та перспективним можна вважати поширення способу зменшення області проектних розв'язків, розглянутого на прикладі гайки, для літака. Загальний підхід при цьому однаковий. Проте, в останньому

випадку число параметрів значно зростає, суттєво ускладнюються взаємозв'язки між ними, цільова функція оптимізації технічного виробу і т. д. Усе це вимагає напрацювання нових належних інваріантних методів, прийомів та алгоритмів для створення різноманітної промислової продукції, удосконалення відповідного інформаційного і програмного забезпечення комп'ютерних систем автоматизованого проектування.

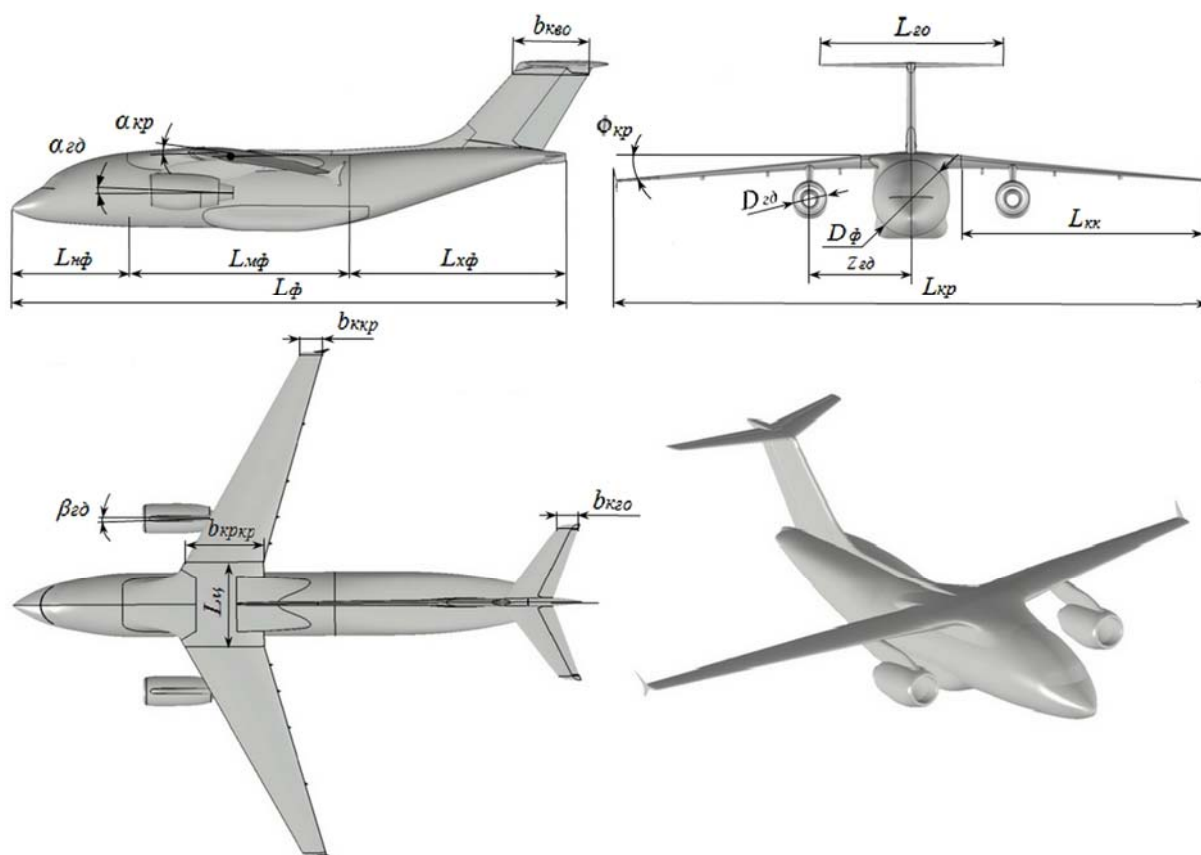


Рис. 2. Деякі геометричні параметри літака

Висновки. У даній статті на основі проаналізованих досліджень визначено перспективні напрямки проведення подальших наукових розвідок у галузі комп'ютерного геометричного моделювання різноманітних технічних об'єктів. Сформульовані завдання полягають у розробці відповідних нових підходів, методів, способів і прийомів формоутворення, удосконалення математичного, інформаційного та програмного забезпечення систем автоматизованого проектування.

Література

1. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Гумен О.М. та ін. 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: ХНТУ, 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. *Vanin V., Virchenko G., Virchenko S., Nezenko A.* Computer variant dynamic forming of technical objects on the example of the aircraft wing. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Kharkiv: Technology Center, 2017. № 6/7 (90). P. 67-73.

4. *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.

5. *Ванін В.В., Вірченко Г.А., Незенко А.Й.* Деякі питання геометричного моделювання поверхні крила літака протягом життєвого циклу виробу. Вісник Херсонського нац. техн. ун-ту. Херсон: ХНТУ, 2019. Вип. 2 (69), ч. 3. С. 244-248.

6. *Яблонський П.М.* Деякі питання узагальнення формоутворення різального інструменту. Вісник Херсонського нац. техн. ун-ту. Херсон: ХНТУ, 2019. Вип. 1 (68). С. 73-77.

7. *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.

НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ СОВРЕМЕННОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В.В. Ванин, Г.А. Вирченко, П.Н. Яблонский, А.И. Незенко

Известно, что в наше время компьютерное геометрическое моделирование является основой для автоматизированного проектирования многих промышленных изделий. Это обусловлено в первую очередь тем фактом, что форма и размеры технических объектов в значительной степени определяют качество создаваемой продукции. Существующая ныне проблема заключается в трудности определения оптимальных значений геометрических параметров, особенно для сложных изделий, например, самолетов. Компьютерные информационные технологии существенно способствуют успешному решению указанных задач. Поэтому развитие теории и практики формообразования технических объектов составляет важное направление дальнейшего совершенствования современного автоматизированного проектирования.

В статье проанализированы некоторые актуальные вопросы компьютерного геометрического моделирования промышленной продукции. Предложенный подход основывается на достижениях школы прикладной геометрии Национального технического университета

Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» и их внедрении в различные отрасли промышленности, в частности, авиационную и сельскохозяйственное машиностроение. Представленные идеи служат базовым направлением для проведения дальнейших научных исследований и совершенствования формообразования технических объектов, внедрения полученных результатов в практику.

В данной публикации, опираясь на проанализированные литературные источники, определен перспективный подход к компьютерному формообразованию разнообразной промышленной продукции. Изложена методика обобщения применения предложенного способа уменьшения области проектных решений от простых деталей к сложным изделиям на примере разработки гайки и самолета. Спрогнозированы необходимые методы, приемы и т. д. для автоматизированного геометрического моделирования технических объектов. Рассмотрены вопросы обобщения и интеграции средств математического, информационного и программного обеспечения компьютерного формообразования в современных системах автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: геометрическое моделирование; промышленные изделия; программное обеспечение; компьютерное моделирование

SOME ACTUAL TASKS OF MODERN COMPUTER GEOMETRIC MODELING OF TECHNICAL OBJECTS

V. Vanin, G. Virchenko, P. Yablonskyi, A. Nezenko

It is known that in our time computer geometric modeling is the basis for the automated design of many industrial products. This is primarily due to the fact that the shape and size of the technical objects largely determine the quality of the created products. The current problem is the difficulty in determining the optimal values of geometric parameters, especially for complex technical products, for example, such as airplanes. Computer information technologies significantly contribute to the successful completion of these tasks. Therefore, the development of the theory and practice of shaping technical objects is an important direction for further improvement of the modern computer-aided design.

The article analyzes some topical questions of automated geometric modeling of industrial products. The proposed approach is based on the achievements of the School of Applied Geometry of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute" and their implementation in various industries, in particular, aviation and agricultural machinery. The presented ideas are an effective direction for further scientific

research and improvement of automated shaping of technical objects, the implementation of the obtained results in practice.

In this publication, based on the analyzed literature sources, identifies a promising approach to the computer-aided shaping of various industrial products. The technique of generalizing the application of the proposed method of reducing the field of design decisions from simple parts to complex products is described on the example of the creation of a nut and an airplane. Based on this, the necessary methods, techniques, algorithms for automated geometric modeling of technical objects are predicted. The questions of generalization and integration of the mathematical, informational and computer-based software tools for automated shaping in the modern computer-aided design systems are considered.

Key words: geometric modeling; industrial products; software; computer modeling