

УДК 629.7:004.925.8

В.В. ВАНІН, Г.А. ВІРЧЕНКО, А.Й. НЕЗЕНКО
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"**ОСОБЛИВОСТІ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ КРИЛА В
АСПЕКТИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЛІТАКА**

Проаналізовано деякі особливості геометричного моделювання поверхні крила в аспекті життєвого циклу літака. Запропоновано новий підхід до формоутворення, який є перспективним для застосування в авіаційній галузі, оскільки дозволяє на етапі проектування більш точно враховувати умови виготовлення та експлуатації крила літака. Подані матеріали слугують основою для розробки відповідних структурно-параметричних геометричних моделей та комп'ютерних програмних засобів автоматизованого конструювання.

Ключові слова: автоматизоване конструювання, життєвий цикл літака, поверхня крила, структурно-параметричне геометричне моделювання.

В.В. ВАНИН, Г.А. ВИРЧЕНКО, А.И. НЕЗЕНКО
Национальный технический университет Украины
"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"**ОСОБЕННОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КРЫЛА В
АСПЕКТЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА САМОЛЕТА**

Проанализированы некоторые особенности геометрического моделирования поверхности крыла в аспекте жизненного цикла самолета. Предложенный новый подход к формообразованию является перспективным для применения в авиационной отрасли, поскольку позволяет на этапе проектирования более точно учитывать условия изготовления и эксплуатации крыла самолета. Представленные материалы служат основой для разработки соответствующих структурно-параметрических геометрических моделей и программных средств автоматизированного конструирования.

Ключевые слова: автоматизированное конструирование, жизненный цикл самолета, поверхность крыла, структурно-параметрические геометрическое моделирование.

V.V. VANIN, G.A. VIRCHENKO, A.J. NEZENKO
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"**PECULIARITIES OF GEOMETRIC MODELING OF THE WING SURFACE IN THE ASPECT OF
AIRCRAFT LIFE CYCLE**

Some features of geometric modeling of the wing surface are analyzed in the aspect of aircraft life cycle. The proposed new approach to shaping is promising for use in the aviation industry. This allows more accurately take into account the conditions for manufacture and operation of the aircraft wing during the design phase. The presented materials are the basis for the development of the corresponding structural-parametric geometric models and software tools for automated design.

Keywords: automated design, aircraft life cycle, wing surface, structural-parametric geometric modeling.

Постановка проблеми

Створення складної промислової продукції потребує дослідження її характеристик на різних етапах життєвого циклу. Так, наприклад, літак на стадії технічної пропозиції опрацьовується в польотній конфігурації, під час підготовки виробництва – у стапельній конфігурації, а на етапі експлуатації – в польотній та стоянковій конфігурації. У всіх зазначених випадках крило літака приймає різну форму. У польоті під дією аеродинамічних сил вигинається вгору, у стапельній конфігурації вважається недеформованим, у стоянковій конфігурації під вагою конструкції згинається вниз (див. рис. 1). Змінювання крила впливає на всі аспекти проектування літака. Однак процеси, що відбуваються при зазначених деформаціях, вивчені недостатньо й тому потребують ретельного подальшого дослідження, основою якого, в багатьох випадках, є геометричне моделювання.

Розробка методик автоматизованого формоутворення крила літака для різних конфігурацій на протязі життєвого циклу, з урахуванням наявної великої кількості його конструктивно-силових елементів, функціональних систем та обладнання, становить важливу науково-прикладну задачу, розв'язання якої дозволить суттєво покращити якість даного складного технічного об'єкта.

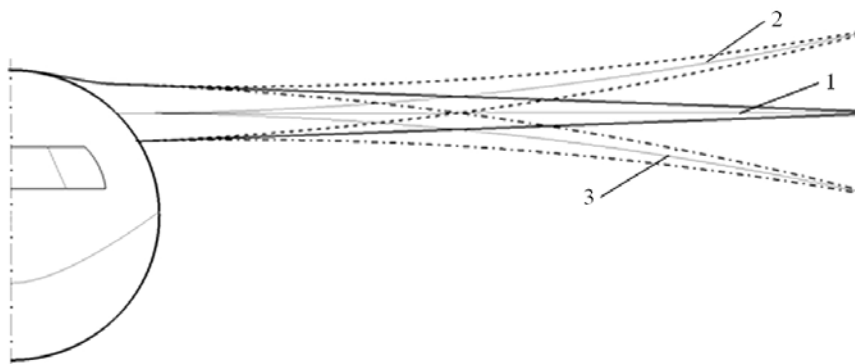


Рис. 1. Форма крила літака в різних конфігураціях:
1 – стапельній; 2 – польотній; 3 – стоянковій

Аналіз останніх досліджень і публікацій

З метою підвищення ефективності автоматизованого конструювання промислової продукції, зокрема літаків, науковою школою прикладної геометрії Національного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» запропоновано методологію структурно-параметричного геометричного моделювання [1-9], результати якої широко впроваджено у виробництво, наприклад, вітчизняне машинобудування.

Одним із перспективних напрямків її подальшого розвитку є проведення наукових пошуків щодо напрацювання нових методів, способів, прийомів та алгоритмів автоматизованих побудов агрегатів планера літака, які у процесі експлуатації суттєво змінюють свою форму та розміри під дією різноманітних факторів.

Мета дослідження

Головне завдання даної публікації полягає в узагальненій постановці задачі інтегрованого структурно-параметричного геометричного моделювання поверхні крила проектного літака з урахуванням її деформацій у процесі експлуатації.

Викладення основного матеріалу дослідження

Розглянемо більш докладно на прикладі крила літака побудову моделі поверхні об'єкта, що суттєво змінює свою форму під час експлуатації.

Як зазначалось вище, на стадії технічної пропозиції здійснюється варіантне ітераційне конструювання крила в польотній конфігурації (рис. 2).

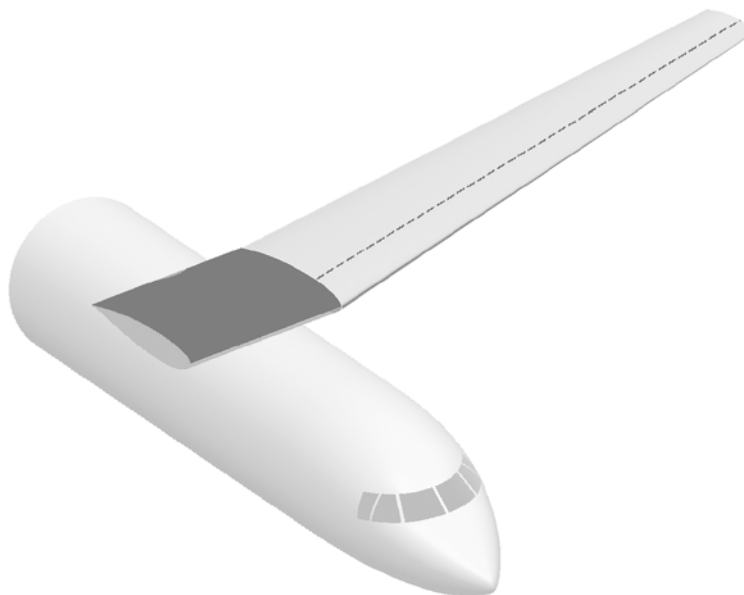


Рис. 2. Варіант попередньої моделі крила літака в польотній конфігурації

Після опрацювання зазначеної моделі в аспекті різних напрямків проектування (аеродинаміка, міцність і т. д.) формується модель поверхні стапельної конфігурації (рис. 3). Ця модель створюється під час ескізного проектування і призначена для розробки конструкції та технологічного оснащення на стадії робочого проектування літака. Вона може допрацьовуватися і змінюватися відповідно до наявних конструктивно-технологічних та інших вимог. У більшості випадків поверхню крила у стапельній конфігурації прагнуть будувати лінійчатою, оскільки це значно спрощує і здешевлює виробництво.

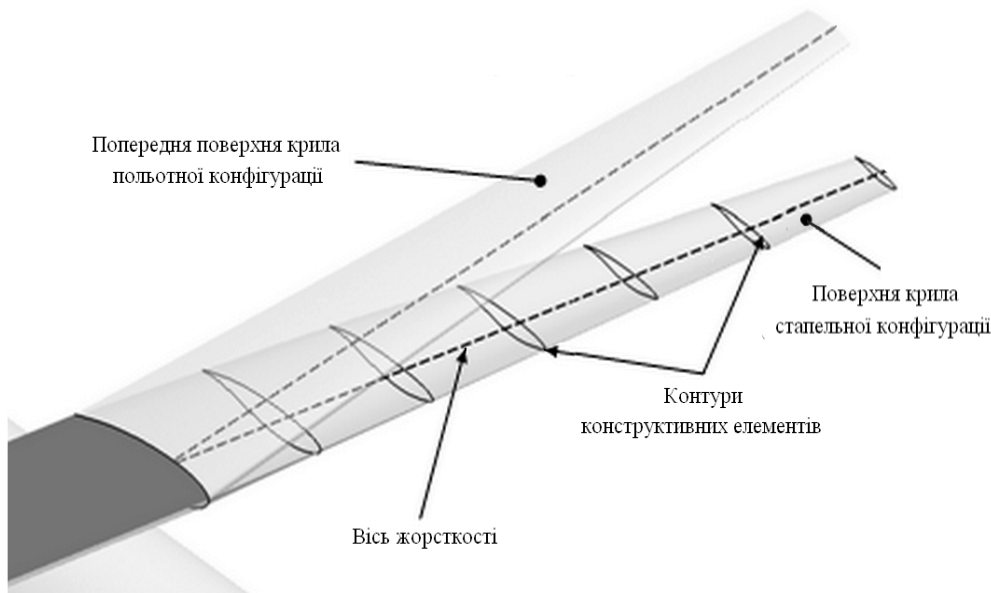


Рис. 3. Крило літака у ступенній конфігурації

Після створення моделі ступенної конфігурації формується модель уточненої польотної конфігурації крила літака. Це необхідно для оцінки впливу змін, які були внесені у ступенну конфігурацію, стосовно реалізації потрібних тактико-технічних характеристик несучої поверхні, а також для дослідження роботи елементів її механізації та органів управління в польоті.

На завершальній стадії виготовлення за результатами замірів отриманих параметрів форми та розмірів будується геометрична модель, актуальність якої надалі підтримується під час експлуатації, що відповідає стоянковому положенню крила (рис. 4). Ця модель призначена для проведення поточного аналізу фактичної геометрії літака у процесі його експлуатації.

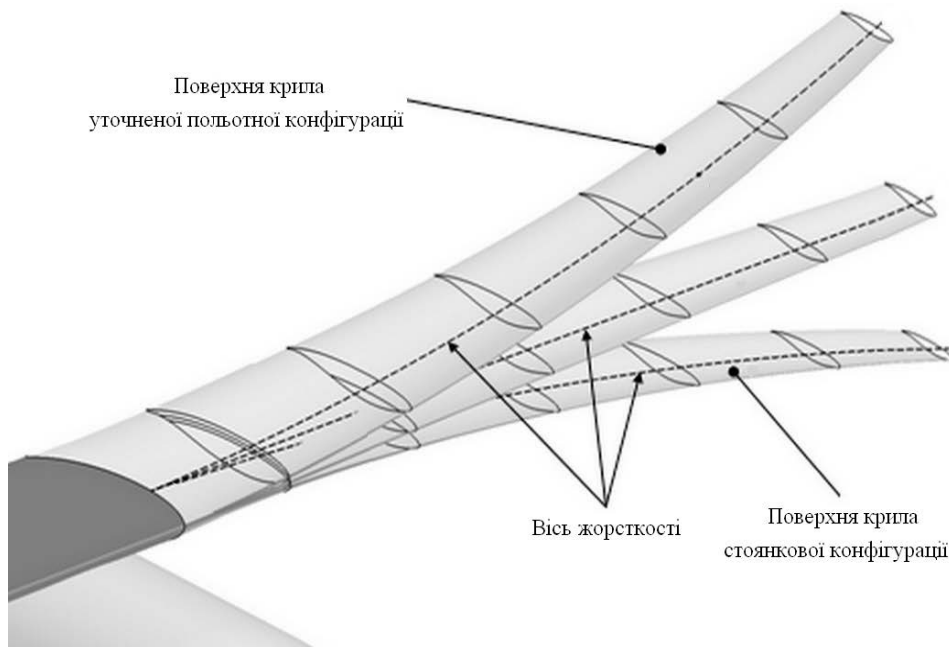


Рис. 4. Модель уточненої поверхні польотної та стоянкової конфігурації крила

Розробка поверхонь у всіх розглянутих вище випадках здійснюється переміщенням твірних аеродинамічних профілів уздовж напрямних, якими є вісь жорсткості, передня та задня кромки крила. При цьому реалізується належне неоднорідне масштабування профілів, що забезпечує необхідне змінювання не тільки їх хорд, а й відносної товщини та угнутої. У такий спосіб одержуємо потрібну серединну поверхню крила. Характер його скриту визначається напрямними, а розташування площин поточних аеродинамічних профілів – відповідними дотичними до осі жорсткості як перпендикулярами до цих площин.

Під час геометричного моделювання поверхні крила, яка зазнає суттєвих деформацій у процесі експлуатації на протязі життєвого циклу літака, особливо важливо забезпечити правильну відповідність розташування на ній слідів елементів конструктивно-силового набору (лонжеронів, нервюр тощо), функціональних систем та обладнання для всіх наведених конфігурацій.

Поверхні уточненої польотної і стоянкової конфігурації можна розглядати як деяке неперервне взаємне однозначне відображення у тривимірному просторі вихідної параметричної поверхні стапельної конфігурації крила.

Для автоматизованого конструювання зазначених поверхонь важливо точно відслідковувати відповідність параметрів форми та розмірів поперечних перерізів (аеродинамічних профілів) на поверхні крила у стапельній, польотній і стоянковій конфігураціях, а також їх розташування та орієнтацію вздовж осі жорсткості крила. Положення точок останньої у просторі визначаються згідно з проведеними розрахунками (аеродинамічними, на міцність і т. д.) для певних досліджуваних умов експлуатації літака.

Оскільки поданий вище підхід до формоутворення поверхні крила на протязі життєвого циклу літака має структурний, параметричний, варіантний та ітераційний характер, то здійснювати відповідне автоматизоване конструювання варто за допомогою засобів комп'ютерного структурно-параметричного геометричного моделювання [1-9]. Однак, проаналізована науково-прикладна задача має певні описані вище особливості, що вимагає не тільки покращення наявних у літературних джерелах методів, способів, прийомів та алгоритмів формоутворення, а й розробки нових, більш пристосованих для успішного вирішення викладеної технічної проблеми.

Висновки

У даній публікації подано узагальнену постановку задачі інтегрованого автоматизованого структурно-параметричного геометричного моделювання поверхні крила на протязі життєвого циклу літака з урахуванням її деформацій у процесі експлуатації. Визначено потрібний для цього математичний апарат, окреслено перспективні напрямки його подальшого удосконалення та розробки належного комп'ютерного програмного забезпечення.

Список використаної літератури

1. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як основа для узгодженої розробки літака на стадії ескізного проектування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, І.В. Ванін // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – №4(48). – К.: НТУУ "КПІ", 2006. – С. 35-41.
2. Ванін І.В. Геометричне моделювання крила літака на стадії ескізного проектування з використанням кривих Безьє третього порядку / І.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Праці Тавр. держ. агротех. академії. – Вип. 4., т. 31. – Мелітополь: ТДАТА, 2006. – С. 89-95.
3. Ванін В.В. Деякі питання розробки обчислювальних алгоритмів структурно-параметричного моделювання складних геометричних об'єктів / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, І.В. Ванін // Прикл. геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2006. – Вип. 76. – С. 17-23.
4. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як інваріантна складова комп'ютерних інформаційних технологій підтримки життєвого циклу виробів машинобудування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Тавр. держ. агротех. академії –Мелітополь: ТДАТА, 2007. – Вип. 4, т. 36. – С. 16-21.
5. Вірченко Г.А. Геометричне моделювання як одна з основних складових сучасних систем автоматизованого проектування / Г.А. Вірченко, В.В. Ванін, В.Г. Вірченко // Прикл. геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2007. – Вип. 77. – С. 129-134.
6. Ванін В.В. Структурно-параметричне геометричне моделювання як засіб підвищення ефективності групових технологій у машинобудуванні / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Тавр. держ. агротех. університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – Вип. 4, т. 39. – С. 9-17.
7. Ванін В.В. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків: ХДУХТ, 2009. – Вип. 23. – С. 42-48.
8. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як засіб інтеграції автоматизованого проектування сучасного літака / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Вісник ХНТУ. – Херсон: ХНТУ, 2014. – Вип. 3(50). – С. 571-574.
9. Ванін В.В. Комп'ютерні структурно-параметричні геометричні моделі як засоби конструкторсько-технологічної оптимізації літака / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, О.В. Збруцький // Механіка гіроскопічних систем. – Київ: НТУУ "КПІ", 2014. – Вип.27. – С. 111-119.