

УДК 004.925.8:629.7

## ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ СПРЯЖЕННЯ ЯК ЗАСІБ ІНТЕГРАЛЬНОГО ОПТИМАЛЬНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ В ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ ЛІТАКА

Вірченко Г.А., д.т.н.,

Незенко А.Й., аспірант\*

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” (Україна)*

*У статті проаналізовано деякі особливості моделювання поверхонь спряження крила з фюзеляжем літака. Подані матеріали слугують теоретичною основою для розробки комп’ютерних програмних засобів автоматизованого формоутворення.*

*Ключові слова: геометричне моделювання, життєвий цикл літака, поверхні спряження, оптимальне формоутворення.*

**Постановка проблеми.** Для досягнення оптимальних експлуатаційних характеристик на протязі життєвого циклу літака прагнуть знижувати його аеродинамічний опір, одна зі складових якого обумовлена взаємним впливом частин літака одна на одну. Унаслідок різної швидкості обтікання їх повітрям виникають поперечні потоки, що створюють інтерференційний опір, зменшувати який дозволяють поверхні спряження (обтічники). Наприклад, див. рис. 1, аеродинамічний опір комбінації крило-фюзеляж більше суми окремих опорів цих агрегатів літака. Основним небажаним джерелом інтерференції є зона спряження крила з фюзеляжем.

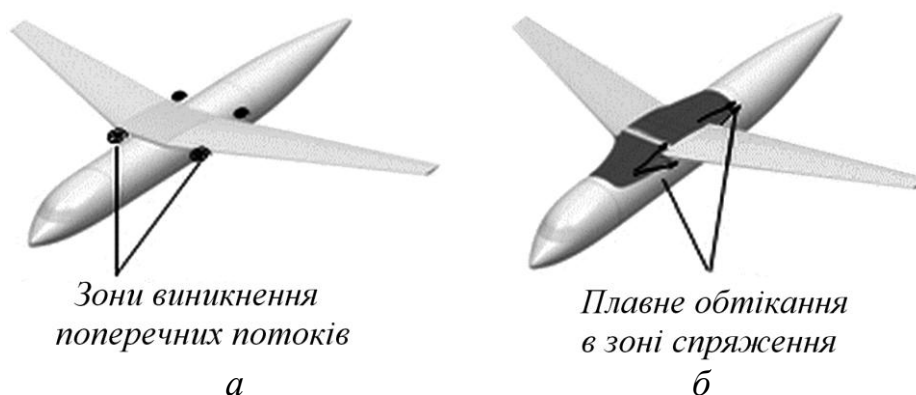


Рис. 1 Взаємне розташування крила та фюзеляжу літака:  
*a* - без поверхні спряження; *б* - з поверхнею спряження (обтічником)  
Спеціальні обтічники забезпечують плавне перетікання

\* Науковий керівник – д.т.н., проф. Вірченко Г.А.

повітряних потоків у даних зонах. З точки зору геометричного моделювання до них висувається велика кількість суперечливих вимог, зокрема, аеродинамічних, конструкційних, технологічних, експлуатаційних та ін., що накладає на процес формоутворення значне число обмежень, враховуючи які необхідно визначити оптимальний варіант поверхні спряження. У зв'язку з тим, що обтікання в цих зонах вивчене недостатньо, то виникає потреба опрацювання великої кількості проектних різновидів поверхні обтічника, остаточний варіант якої визначається під час експериментальних досліджень. Також зауважимо, що при зміні варіанта крила, фюзеляжу, їх взаємного розташування, компоновання внутрішнього обладнання і т. д. потрібно виконувати належну модифікацію форми та розмірів обтічника зони спряження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З метою підвищення ефективності автоматизованого проектування різноманітних технічних об'єктів науковою школою прикладної геометрії НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» напрацьовано методологію структурно-параметричного формоутворення, яка широко використовується, зокрема, для розробки літаків [1-3]. При цьому важливим для подальших наукових досліджень є напрямок пошуку нових продуктивних методів, способів, прийомів та алгоритмів геометричного моделювання, що забезпечують одержання оптимальних інтегральних характеристик при поєднанні окремих агрегатів планера літака.

**Формулювання цілей статті.** Завдання даної публікації полягає в систематизації способів і прийомів щодо структурно-параметричного геометричного моделювання поверхонь спряження між такими частинами літака як крило та фюзеляж.

**Основна частина.** Побудова моделі обтічника зони спряження здійснюється шляхом ітераційного структурно-параметричного оптимального формоутворення в контексті життєвого циклу літака. Модель кожної ітерації відіграє належну роль у дослідженні характеристик виробу та містить інформацію, що відповідає певній стадії його життєвого циклу.

Поверхня спряження повинна задовольняти набору специфічних вимог: забезпечувати плавне обтікання місць з'єднання частин літака; реалізовувати розміщення необхідного обладнання; задовольняти конструктивно-технологічним рішенням, міцності та експлуатації; мати достатній рівень гнучкості для якісного виконання інтегруючих функцій; здійснювати ефективну адаптацію до можливих структурно-параметричних змін суміжних компонентів тощо.

Формування поверхні спряження відбувається кінематичним методом. При цьому особливо важлива побудова напрямних ліній.

На рис. 2 зображено напрямні та твірні, які необхідно визначити

під час моделювання обтічника.

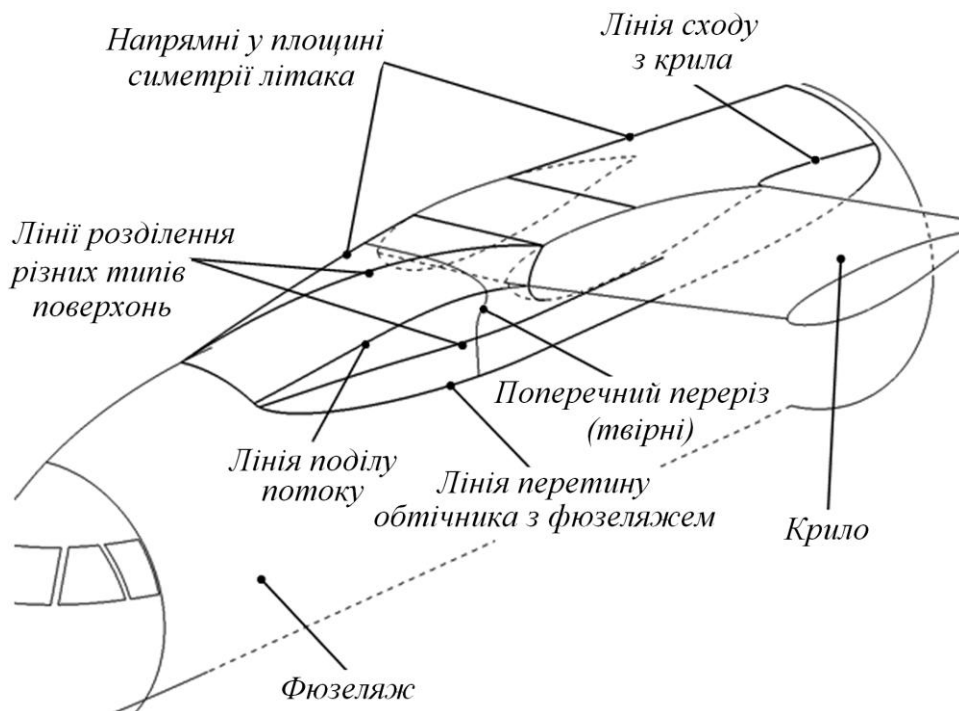


Рис. 2. Напрявні та твірні лінії обтічника

*Напрявні у площині симетрії літака* впливають на градієнт тиску та тертя аеродинамічного потоку. Ці лінії можуть бути прямими, випуклими або угнутими в залежності від форми фюзеляжу, профілю крила, висоти та кута встановлення крила. З технологічної точки зору найбільш прийнятні прямі лінії.

*Лінія поділу потоку* є визначальною при розділенні потоку повітря в зоні спряження, пов'язана з геометрією фюзеляжу, висотою та кутом установаження крила, кутом стрілоподібності та поперечного V крила.

*Лінія перетину обтічника з фюзеляжем* впливає на загальний розподіл аеродинамічного потоку між поверхнею обтічника та фюзеляжем. Форма цієї лінії залежить від геометрії фюзеляжу, висоти встановлення крила, правила змінювання площ поперечних перерізів літака. З технологічної точки зору найбільш прийнятна лінія з максимальними прямолінійними ділянками.

*Лінії розділення різних типів поверхонь* є границями різних поверхонь. Для зменшення собівартості виробництва бажана максимальна кількість поверхонь із простим формоутворенням (плоских, лінійчастих тощо), а також розташування таких конструктивних елементів як панелі та люки в межах поверхні одного типу. Форма даних ліній залежить від факторів, зазначених для перелічених вище напрямних.

*Лінія сходу з крила* визначає напрям потоків повітря, що

проходять над і під крилом та впливає на їх плавне злиття. Ця лінія пов'язана з геометрією фюзеляжу, висотою та кутом установалення крила, кутом стрілоподібності та поперечного V крила.

З рис. 2 видно, що твірні формують поперечні перерізи та типи поверхонь обтічника. Як правило, крайні компоненти даних складених ліній є прямими, а внутрішні – кривими. Унаслідок цього зовні частини проаналізованої половини обтічника є лінійчастими поверхнями, а внутрішні – криволінійними. Подані способи та прийоми геометричного моделювання забезпечують максимальне число простих типів поверхонь.

Таким чином, напрямні та твірні лінії визначають форму, розміри та положення обтічника. Варіювання будь-якого з наведених вище факторів призводить до змінювання форми, розмірів і положення та різноманітних функціональних параметрів і характеристик поверхні спряження.

При розглянутому підході варіюванням параметрів напрямних і твірних ліній можна на певних стадіях та етапах життєвого циклу літака ефективно автоматизованими засобами змінювати поверхню спряження (рис. 3), забезпечуючи необхідне оптимальне формоутворення обтічника.

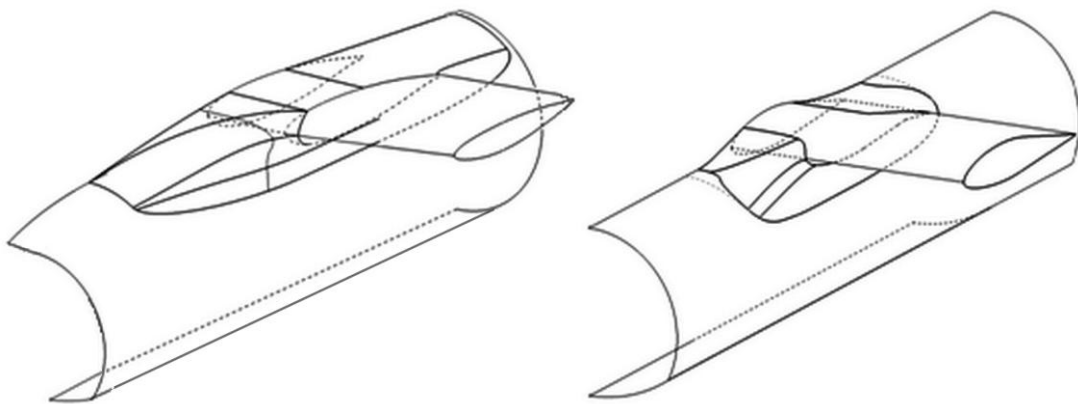


Рис. 3. Змінювання обтічника структурно-параметричним варіюванням напрямних і твірних ліній

**Висновки.** У даній статті систематизовано деякі способи та прийоми структурно-параметричного геометричного моделювання поверхонь спряження між крилом і фюзеляжем. Поданий матеріал слугує теоретичною основою для розробки відповідних комп'ютерних програмних засобів автоматизованого оптимального формоутворення літака на протязі його життєвого циклу. Перспективними напрямками проведення подальших наукових досліджень можна вважати практичне впровадження отриманих результатів.

### *Література*

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 В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як засіб інтеграції автоматизованого проектування сучасного літака / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Вісник ХНТУ. – Вип. 3(50). – Херсон: ХНТУ, 2014. – С. 571-574.
3. 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. – Вип.27. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – С. 111-119.

## **ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ СОПРЯЖЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ИНТЕГРАЛЬНОГО ОПТИМАЛЬНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ САМОЛЁТА**

Вирченко Г.А., Незенко А.И.

*В статье проанализированы некоторые особенности моделирования поверхностей сопряжения крыла с фюзеляжем самолета. Представленные материалы служат теоретической основой для разработки компьютерных программных средств автоматизированного формообразования.*

*Ключевые слова: геометрическое моделирование, жизненный цикл самолета, поверхности сопряжения, оптимальное формообразование.*

## **GEOMETRICAL MODELING OF INTERFACE SURFACES AS A MEANS OF INTEGRAL OPTIMUM FORMATION IN THE AIRPLANE LIFE CYCLE**

Virchenko G., Nezenko A.

*Some features of geometrical modeling of interface surfaces between a wing and an airplane fuselage are analyzed in this article. The presented materials are the theoretical basis for development of computer software for automated shaping.*

*Keywords: geometric modeling, airplane life cycle, interface surfaces, optimal shaping.*