

О. О. Царкозенко¹, бакалавр, **С. А. Толстой¹**, асистент,
О. П. Мариношенко¹, к.т.н., доцент

¹КПІ ім. Ігоря Сікорського

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА КРИЛ АДАПТИВНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ

Адаптивно-кероване крило (АКК) являє собою гнучке крило, форма якого може змінюватися в польоті. Профіль АКК має форму, близьку до оптимальної для кожного заданого режиму польоту літака. Конструкція такого крила дозволяє плавно (за рахунок гнучкої обшивки та (або) спеціальних рухомих елементів каркасу) відхиляти носову (хвостову) частину крила, змінюючи кривизну за розмахом і хордою в залежності від висоти, швидкості польоту і перевантаження. Крила таких конструкцій призначені в основному для багатоцільових і високоманеврових літаків, у тому числі військової авіації. Управління елементами АКК здійснюється бортовою високоавтоматизованою електричною системою дистанційного керування.

Одним з видів АКК є крило з використанням, у якості обшивки, спеціальних композиційних матеріалів з пам'яттю форми, завдяки чому при силовому тиску елементу конструкції з певною структурою матеріалу, що характеризується різницею в кутах між лінією дії сил і головною віссю анізотропії, відбувається зміна форми елементів самої конструкції. Це призводить до перерозподілу діючих навантажень, що виражається у зменшенні навантажень, що діють на конструкцію в цілому, і, як наслідок, – до зменшення її маси.

Ще одним різновидом АКК є крило змінної стрілоподібності, частину якого (як правило, консольну чи від'ємну) під час близько – та надзвукового польоту можна відхилити назад по потоку, а потім повернути у вихідне пряме положення (на стадіях злету, набору висоти, зниження і посадки). Такі АКК застосовуються, як правило, на літаках військового призначення.

Приклади використання АКК також характерні для безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА). Однією з переваг такого застосування є можливість експлуатації БПЛА на режимах, які людина не витримує, що відкриває більший діапазон задач та фізичних випробувань літальних апаратів такого типу.

Виготовлення АКК, як і інших подібних авіаційних конструкцій, передбачає налагодження технологічної підготовки виробництва, зокрема по агрегатно-складальному його виду. Це традиційно передбачає вибір відповідних засобів технологічного оснащення, розробку комплектів директив-

них технологічних матеріалів, орієнтованих на існуюче (розроблюване) виробництво. Проведення даних робіт пов'язано з досить великими часовими і матеріальними затратами, за умови створення технологічного обліку виробу «з нуля».

Авторами проведено ряд аналітичних дослідів технічної наступності ряду організаційно-технологічних рішень, характерних для крил «класичної» конструкції, стосовно до АКК. Вони показали доцільність використання існуючих технологій для мінімізації витрат на технологічну підготовку виробництва на перших етапах її організації, оскільки:

- існуючі технології адаптовані для реальних умов виробництва;
- є можливість розрахункового та статистичного врахування потенційних технічних і організаційних ризиків;
- більшість операцій пронормовано, а отже, є можливість отримати розрахункове значення трудомісткості і технологічної собівартості АКК, для подальшого прийняття рішення щодо економічної доцільності проекту.

При цьому, існуючі технології мають деякі обмеження у використанні, а саме:

- часто морально застарілі технологічні рішення;
- орієнтовані на технічно недосконалі ЗТО (у разі тривалої відсутності технічного переозброєння відповідних виробництв, що характерно для більшості великих вітчизняних підприємств авіаційної галузі);
- зберігаються в основному на паперових носіях.

Використання типових технологічних процесів (ТТП) в авіаційній галузі давно стало одним із основних напрямків зменшення трудомісткості налагодження виробництва нових виробів, до яких можна віднести і розглядувані конструкції АКК. Під час прийняття позитивних рішень щодо організації серійного випуску АКК, такий підхід матиме аналогічні переваги, стаючи основою для оптимізації підготовки виробництва таких виробів, у тому числі за наступними напрямками: обробка отворів; виконання механічних з'єднань; герметизація; технічний контроль тощо.

Крім ТТП як адаптованих для ряду виробів технологій, які можуть використовуватись у вигляді готового блоку операції при розробці відповідних технологічних процесів, доцільно використовувати також типові технологічні операції (ТТО). Вони характеризуються певним конкретним набором переходів та засобів технологічного оснащення для виконання дій на одному робочому місці. Природа походження ТТП і ТТО може бути як загальногалузевою, так і корпоративною, тобто розробленої на підприємстві, на якому готується виробництво АКК.

Список використаних джерел

1. Department of Aerospace Science and Technology, Alessandro De Gaspari, Politecnico di Milano, Via La Masa 34, 20156 Milano, Italy. Published: 13 September 2020 [Електронний ресурс].

2. V. Попов, V. Loginov, V. Shmyrev, Ye. Ukrainets, P. Steshenko, P. Hlushchenko. IMPROVING AIRCRAFT FUEL EFFICIENCY BY USING THE ADAPTIVE WING AND WINGLETS. Article.

3. Design aspects of the adaptive wing - the elastic trailing edge and the local spoiler bump. February 2000 Aeronautical Journal -New Series- Volume 104(No. 1032): p. 89-95.

4. <https://extxe.com/13064/materialy-s-jeffektom-adaptivnogo-izmenenija-formy/>.

5. <http://aaclab.mit.edu/previous-autonomous-flight-systems.php>