

О.В. Коломійцев, В.О. Комаров, В.В. Пустоваров, Р.М. Олійник

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАЛИШКОВОЇ МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

Анотація

Запропоновано універсальний автоматизований інформаційно-вимірювальний комплекс для вирішення питань щодо пошуку пошкоджень літального апарата (ЛА) та визначення залишкової міцності конструкції його планера. Комплекс дозволяє оперативно та з мінімальною трудомісткістю отримати достовірну інформацію про технічний стан пошкодженої конструкції планера ЛА – про її залишкову міцність.

Ключові слова: літальний апарат, планер, пошкодження, конструкція, залишкова міцність.

Abstract

The universal is offered an informatively-measuring complex is automated for the decision of questions in relation to the search of damages of aircraft and determination of remaining durability of construction of his glider. A complex allows operatively and with minimum labour intensiveness to get reliable information about the technical state of the damaged construction of glider of aircraft – about her remaining durability.

Keywords: aircraft, glider, damage, construction, remaining durability.

На даний час до особливостей літальних апаратів (ЛА) можливо віднести підвищені вимоги до їх надійності та безпеки експлуатації. Тому, при проведенні дослідно-конструкторських і науково-дослідних робіт нормативними документами передбачається здійснювати контроль міцнісних характеристик матеріалів, агрегатів і натурних конструкцій (конструкцій ЛА), що пов'язано із проведенням великого обсягу відповідних стендових статичних і втомлевих випробувань. Однак, такі випробування вимагають тривалих строків досліджень та великих фінансових вкладень. Для забезпечення необхідної міцності конструкцій ЛА приділяється комплекс розрахункових досліджень.

Метою роботи є розробка універсального автоматизованого інформаційно-вимірювального комплексу для визначення залишкової міцності конструкції планера літального апарата.

Умови експлуатації конструкцій ЛА відрізняються від умов експлуатації конструкцій інших виробів машинобудування рядом особливостей. До основних особливостей експлуатації конструкцій ЛА можливо віднести наступні: силові елементи авіаційних конструкцій (такі як крило, стабілізатор, киль) працюють в умовах високої навантаженості, що призводить до прискореного розвитку ушкоджень. Використання у літакобудуванні високоміцних матеріалів призводить до відносного погіршення характеристик витривалості, а наявність у конструкціях ЛА великої кількості різних концентраторів напруг сприяє утворенню та розвитку утомлених ушкоджень.

У зв'язку з цим методи розрахунків довговічності та сертифікації ЛА мають певну специфіку. Для конструкцій ЛА зміну міцності у процесі експлуатації можна характеризувати величиною залишкової міцності, що дорівнює статичній міцності конструкції ЛА у момент часу після дії змінних навантажень протягом попереднього часу експлуатації.

У процесі робочого проектування ЛА особлива увага приділяється ретельному конструюванню силових елементів конструкції. При проектуванні силових елементів, розташованих у важкодоступних для огляду місцях (наприклад, силові елементи конструкції крила ЛА, що знаходяться під обшивкою), незначні дефекти, що виникають у процесі виробництва або експлуатації, не повинні досягати критичних розмірів протягом усього терміну служби, або у період між капітальними ремонтами, коли при оглядах можна забезпечити надійний контроль цілісності конструкції різними методами неруйнівного контролю (включаючи частотний метод зі збудженням вигинних і крутильних коливань із власною (авторезонансною) частотою для консольно закріплених конструкцій ЛА). Силові елементи конструкції, що більш доступні для контролю під час регламентних робіт, проектуються за умовами забезпечення безпечного росту тріщин у період між регламентними

операціями контролю.

Підтвердження ресурсу ЛА здійснюється за допомогою втомленісних випробувань його натурної конструкції та агрегатів. Основне призначення цих випробувань пов'язане із сертифікацією ЛА, що припускає встановлення відповідності конструкції вимогам Норм літної придатності ЛА.

При проведенні ресурсних випробувань проводяться періодичні огляди контролю цілісності конструкції. Після припинення випробувань проводиться розбирання конструкції та дефектація конструктивно-силової схеми, яка спрямована на виявлення руйнувань і оцінку небезпеки цих руйнувань та живучості відповідних силових елементів ЛА.

За результатами ресурсних випробувань та з урахуванням інформації, яка отримана у процесі проведення чисельних досліджень конструкції ЛА, установлюється його початковий ресурс (або його конструктивного елемента). Продовження ресурсу здійснюється поетапно за результатами аналізу фактичних умов експлуатації, додаткових даних про навантаженість, а також результатів додаткових випробувань на утому і живучість (за допомогою методів неруйнівного контролю (МНК)).

Відомі принципи забезпечення безпечної експлуатації ЛА, які передбачають періодичний контроль стану основних силових елементів конструкції планера, що здійснюється під час виконання регламентних робіт з технічного обслуговування ЛА. Контрольні операції (огляди, контроль із використанням МНК) повинні забезпечувати виявлення експлуатаційних дефектів (утомлених тріщин, корозії і механічних ушкоджень) на досить ранній стадії їхнього розвитку для того, щоб виключити можливість аварійної (катастрофічної) ситуації через розвиток дефектів.

Для забезпечення безпеки експлуатації конструкцій ЛА, що володіють властивостями експлуатаційної живучості, розглядається необхідність розвитку нормативних вимог, що спрямовані на підвищення опору утому і живучості конструкцій ЛА шляхом використання принципів безпечного ресурсу, безпечного руйнування і допустимості руйнувань (при яких ЛА може виконувати політ зі зміненими (зменшеними) на величину зниження залишкової міцності від еталонної).

Розробка нових технологій стендових випробувань ЛА (та відповідного обладнання для цих цілей) передбачає зниження строків та вартості на їх проведення, удосконалення технології моделювання і відтворення умов експлуатації в лабораторних умовах, а також використання сучасних розрахункових методів для «доведення» конструкції до логічного закінчення.

Процес проведення сучасних ресурсних випробувань натурних конструкцій ЛА досить трудомісткий та дорогий. При невдалому плануванні порядку випробувань і контролю за конструкцією ЛА з'являється велика ймовірність одержання катастрофічних руйнувань конструкції, що можуть звести до мінімуму результати випробувань. Крім того, необхідно експериментально визначати швидкості розвитку ушкоджень у процесі навантаження конструкції від початку їх появи до величин, які близькі до критичних. Тому, метою ресурсних випробувань конструкцій ЛА є виявлення втомленісних ушкоджень як можна менших розмірів на ранніх стадіях їх розвитку при мінімальних витратах коштів і часу. У свою чергу, збільшення строків проведення випробувань визначає час на затримку введення в експлуатацію ЛА, своєчасне виконання його ремонтів і доробок конструкцій, що істотно збільшує експлуатаційні та виробничі витрати. Крім того, у процесі підготовки і проведення випробувань ЛА виникає ряд технічних і методичних питань, які вимагають попередньої оцінки навантаженості конструкцій ЛА у процесі випробувань для оцінки залишкової міцності при наявності ушкоджень силових конструкцій.

Для вирішення питань щодо пошуку пошкоджень та визначення залишкової міцності конструкції планера ЛА за наявності пошкоджень запропоновано універсальний автоматизований інформаційно-вимірвальний комплекс (АІВК). Комплекс дозволить оперативно та з мінімальною трудомісткістю отримати достовірну інформацію про технічний стан пошкодженої конструкції планера ЛА – про її залишкову міцність. За допомогою універсального АІВК можливо вирішити наступні питання:

- виконання локального ремонту конструкції ЛА (відновлення аеродинаміки);
- надання дозволу на випуск ЛА у політ (переліт на авіаремонтне підприємство) з відповідними рекомендаціями льотчику, що стосуються зниження швидкості польоту та

допустимих навантажень ЛА на величину, яка відповідає зниженню міцності конструкції щодо максимальної, щоб не перевищити навантаження на пошкоджене крило.

Висновки

Таким чином, визначити рівень залишкової міцності конструкції планера ЛА можливо за допомогою розробленого універсального АІВК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коломійцев О.В., Комаров В.О. Обґрунтування можливості використання гіроскопів для збудження коливань крила літального апарату з власною частотою. Innovations and prospects of world science : conference paper of Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. Vancouver, 2022. P. 56-65.

2. Коломійцев О.В., Комаров В.О. Економічний ефект і порівняння виявлення тріщин у силових елементах крила літака методами неруйнівного контролю. International scientific innovations in human life : conference paper of Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. Manchester, 2022. P. 201-210.

3. Коломійцев О.В., Комаров В.О. Вдосконалення системи технічного обслуговування і ремонту літальних апаратів на основі сучасних методів діагностування. Science, Innovations and Education, problems and prospects : conference paper of Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference. Tokyo, 2022. P. 21-27.

4. Коломійцев О.В., Комаров В.О. Діагностика крила літального апарату із використанням модального аналізу. Eurasian Scientific Discussions : conference paper of Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference. Barcelona, 2022. P. 192-198.

5. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Гордієнко А.М., Кулешов О.В., Клівець С.І., Шулежко А.В., Олійник Р.М., Живець Ю.М., Шумигай О.В. Автоматизований інформаційно-вимірвальний комплекс для проведення оперативного контролю технічного стану консольно закріплених конструкцій планера літального апарату. Міжнародний науковий журнал “Трааль науки”. 2022. № 14(15). С. 190-200.

Комаров Володимир Олександрович — канд. техн. наук, Заслужений винахідник України, начальник науково-дослідного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, e-mail: Komarov.cndi@gmail.com

Пустоваров Володимир Володимирович — канд. техн. наук, старший науковий співробітник науково-дослідного відділу, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів, e-mail: pustovarov78volodymyr@gmail.com

Олійник Руслан Михайлович — начальник науково-дослідного відділу Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів, e-mail: o.ruslan77@gmail.com

Коломійцев Олексій Володимирович — д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, e-mail: alexus_k@ukr.net

Komarov Volodymyr O. — Cand. Sc. (Eng.), Honored Inventor of Ukraine, Head of Scientific Research Department, Central Research Institute of Armament and Military Technique of Military Powers of Ukraine, Kyiv, e-mail: Komarov.cndi@gmail.com

Pustovarov Volodymyr V. — Cand. Sc. (Eng.), Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, e-mail: pustovarov78volodymyr@gmail.com

Oliinyk Ruslan M. — Chief of Section of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, e-mail: o.ruslan77@gmail.com

Kolomiiitsev Oleksii V. — Dr. Sci. (Eng.), professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of Department Computer Engineering and Programming, National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, e-mail: alexus_k@ukr.net