

УДК 629.7.018.77

В.О. Шлапацький, Ю.О. Камак, В.А. Журахов

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Чернігів

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМУ ЗЛЬОТУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ КАТЕГОРІЇ “МІНІ”

Надано деякі результати демонстраційних польотів безпілотного літального апарату іноземного виробництва. На основі аналізу результатів досліджень режиму зльоту безпілотного літального апарату категорії “міні” надано рекомендації щодо розробки програм та методик проведення визначальних відомчих випробувань безпілотних авіаційних комплексів класу I вітчизняного та іноземного виробництва, а також надано рекомендації вітчизняним розробникам безпілотних авіаційних комплексів для врахування під час створення засобів зльоту перспективних безпілотних літальних апаратів категорії “міні”.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, авіаційний комплекс, випробування, зліт, вимоги.

Вступ

В Державному науково-випробувальному центрі Збройних Сил України (ДНВЦ ЗС України) проводяться демонстраційні польоти, а також ведуться дослідницькі випробування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) вітчизняного та іноземного виробництва різних класів, категорій та функціонального призначення.

Метою статті є надання деяких результатів аналізу режиму зльоту безпілотного літального апарату (БпЛА) категорії “міні”, що входить в БпАК класу I [1], які були отримані під час демонстраційних польотів БпЛА “HAWK” іноземного виробництва компанії “Drone-Tech SRL”, а також надання рекомендацій щодо розробки програм та методик визначальних відомчих випробувань БпАК, та надання рекомендацій вітчизняним розробникам БпАК для врахування під час розробки засобів зльоту БпЛА категорії “міні”.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день в Збройних Силах (ЗС) України тривають пошуки БпАК кожного класу, які були б здатними витримати усю низку випробувань, які є необхідними для прийняття їх на озброєння. Перелік випробувань (тестів) обґрунтовано оперативнотактичними вимогами ЗС України до БпАК кожного класу, а також міжнародними вимогами льотної придатності, що стосуються БпАК [1 – 4].

В залежності від класу БпАК, що випробовуються, та конкретних умов їх застосування, під час прийняття рішення щодо льотної придатності безпілотних авіаційних комплексів, задача розробки програм та методик їх випробувань вимагає вирішення великої кількості питань, пов'язаних як із самими технічними аспектами, так і з організацією процесу випробувань, в якому приймають участь десятки інженерів-випробувачів та представників суміжних організацій.

На початковому етапі демонстраційних польотів та дослідницьких випробувань БпАК проводяться наступні заходи:

оцінюється поведінка БпЛА на етапі запуску, зльоту, під час польоту та приземлення;

оцінюється робота основних бортових та наземних систем БпАК;

підтверджується здатність щодо виконання вимог нормативних документів, що висуваються до характеристик БпАК різних класів та різного функціонального призначення;

оцінюється експлуатаційна документація до БпАК.

Аналіз стану питання. Проведені в ДНВЦ ЗС України в рамках науково-дослідних робіт “Сівер”, “Струга”, “Сож”, “Остер” дослідження щодо оцінки можливості застосування в ЗС України БпАК вітчизняного виробництва виявили низку недоліків, які суттєво уповільнюють темпи прийняття їх на озброєння. Вимоги, що висуваються до БпАК різних класів, є обґрунтовано високими. Тому, в ЗС України виникає необхідність проведення демонстраційних польотів БпАК іноземного виробництва.

Вимог, що висуваються ЗС України та міжнародними нормативними документами, наприклад АЕР-83 [4], до засобів зльоту БпЛА є небагато. Серед них можна виділити основну вимогу (UL.42), яка наголошує, що процедура зльоту БпЛА повинна бути надійною та безпечною, а також мати високу точність повторювальності та передбачуваності. Отже, під час проведення випробувань БпАК виникає необхідність передбачення всіх необхідних заходів, які б підтвердили або спростували таке твердження.

Результати досліджень

Об'єктом досліджень є БпЛА “HAWK” (рис. 1), що входить в БпАК класу I розробки та виготовлення компанії “Drone-Tech SRL” (Республіка Молдо-

ва), який загалом виконав в ДНВЦ ЗС України 7 демонстраційних польотів із загальним нальотом 5 годин 51 хвилина.



Рис. 1. БпЛА “НАWK” в польоті

БпЛА “НАWK” призначений для вирішення наступних задач: пошуку та виявлення заданих об’єктів в указаному районі, на заданій межі або смузі маршруту; визначення параметрів та стану об’єктів; спостереження за виявленими об’єктами (визначення тенденцій зміни параметрів та стану об’єктів); слідування за рухомими об’єктами; передача даних з борту БпЛА на командні пункти в режимі реального часу. Комплекс обслуговується та використовується одним або двома операторами.

Допоміжним засобом для зльоту БпЛА “НАWK” є пришвидшувач, який складається з двох частин – джгута, довжина якого в ненапруженому стані – 4,1 м, а в натягнутому – 12,1 м, та стропа, довжиною 10 м (рис. 2).

Загалом під час демонстраційних польотів було виконано дев’ять зльотів БпЛА, сім з яких здійснено успішно.



Рис. 2. Допоміжний засіб для зльоту БпЛА

Зліт БпЛА здійснюється оператором шляхом виконання кидка з руки. Початкове прискорення БпЛА надає розтягнений пришвидшувач, який ме-

талевою петлею під’єднується до вузла кріплення, що розташований на нижній поверхні фюзеляжу БпЛА (рис. 3).



Рис. 3. Кріплення пришвидшувача до БпЛА:
1 – стропа пришвидшувача; 2 – лопать гвинта

На рис. 3 можна побачити, що стропа 1 пришвидшувача БпЛА при вимкненому двигуні перетинає площину обертання повітряного гвинта 2.

Під час демонстраційних польотів два з дев’яти зльотів БпЛА “НАWK” призвели до його зіткнення з поверхнею землі на етапі розгону, коли існував зв’язок між корпусом БпЛА та пришвидшувачом. Такі зіткнення призвели до пошкодження елементів конструкції БпЛА, які викликали необхідність їх заміни або проведення ремонту (рис. 4).

На підставі аналізу конструктивних особливостей допоміжного засобу для зльоту БпЛА зроблено висновок, що вибір розташування місця кріплення пришвидшувача до БпЛА у деяких випадках не дає гарантії здійснення вдалого зльоту БпЛА. Так, у випадку ненавмисного обертання повітряного гвинта, наприклад, за рахунок авторотації, або при неправильній настройці в параметрах автопілоту моменту початку роботи електричного двигуна, відбувається намотування стропа пришвидшувача на вал електричного двигуна, що призводить до зіткнення БпЛА з земною поверхнею на етапі зльоту, та, як наслідок, до пошкодження або виведення з ладу БпЛА.

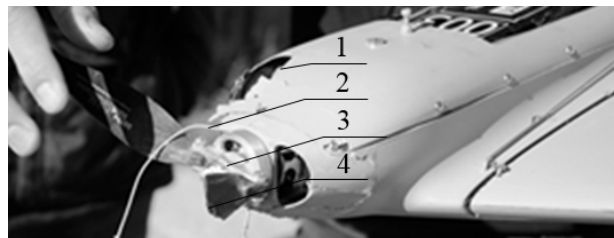


Рис. 4. Результат невдалого зльоту безпілотного літального апарату:
1 – зруйнована поверхня корпусу БпЛА;
2 – стропа; 3 – вал двигуна;
4 – зруйнована лопать гвинта



Рис. 5. Невдалий зліт БпЛА внаслідок відмови сервомеханізму відхилення елевону

На рис. 5 показано невдалий зліт БпЛА, непередбачувана траєкторія якого на початковому етапі зльоту обумовлена відмовою сервомеханізму (СМ) відхилення лівого елевону на етапі розгону БпЛА пришвидшувачом.

На підставі ситуації, що виникла під час демонстраційних польотів, яка пов'язана з відмовою СМ, можна стверджувати, що, по-перше, така відмова може виникати під час експлуатації даного БпАК в ЗС України. По-друге, така відмова однозначно призводить до пошкодження елементів БпЛА внаслідок зіткнення з земною поверхнею, що потребує або їх заміни або проведення ремонтних робіт. Це обумовлює необхідність визначення наробітку на відмову СМ на етапі випробувань, а також необхідність передбачення в процедурі перевірки БпАК перед зльотом процедури перевірки працездатності кожного СМ.

Другий невдалий зліт БпЛА був обумовлений намотуванням стропа пришвидшувача на вал електричного двигуна, який обертає повітряний гвинт, що підтверджується матеріалами об'єктивного контролю процесу зльоту БпЛА, які надано представниками компанії "Drone-Tech SRL".

На рис. 6 видно, що під час розгону БпЛА, коли швидкість БпЛА (лінія 1) та оберти двигуна (лінія 2) за своїм значенням ще були близькими до нуля, лопать гвинта 1 ще не оберталась, а пришвидшувач 4 був під'єднаний до корпусу БпЛА.

На рис. 7 можна побачити, що після початку обертання повітряного гвинта (лінія 2), коли БпЛА вже набрав деяку швидкість (лінія 1), корпус БпЛА ще був пов'язаний з пришвидшувачом 4.

Отже, конструкція допоміжного засобу зльоту (пришвидшувача), при несприятливому поєднанні зовнішніх чинників обумовлює імовірність не від-

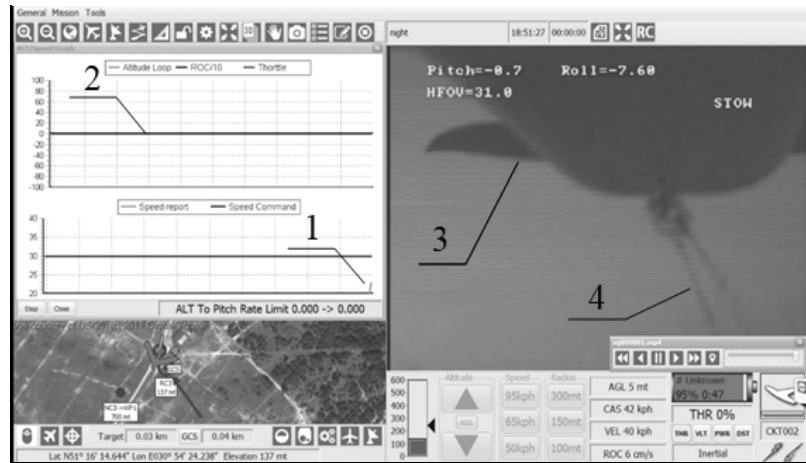


Рис. 6. Результати об'єктивного контролю моменту розгону БпЛА (початковий етап): 1 – лінія змінення швидкості БпЛА; 2 – лінія змінення обертів двигуна; 3 – лопать гвинта; 4 – стропа пришвидшувача



Рис. 7. Результати об'єктивного контролю моменту розгону БпЛА (етап намотування стропа): 1 – лінія змінення швидкості БпЛА; 2 – лінія змінення обертів двигуна; 3 – лопать гвинта; 4 – стропа пришвидшувача

кремлення БпЛА від пришивидшувача, що призводить до випадків непередбаченого зіткнення БпЛА з землею поверхнею під час зльоту, яке призводить, як наслідок, до пошкодження елементів БпЛА або виведення їх з ладу.

Можна зробити висновок, що допоміжний засіб для зльоту БпЛА не завжди забезпечує захист від ушкоджень під час розгону БпЛА, а вимога льотної придатності до БпАК даного класу щодо процесу зльоту БпЛА не виконується.

Для реалізації згаданої вимоги, як варіант, в даному випадку, необхідно удосконалити вузли кріплення пришивидшувача до корпусу БпЛА шляхом рознесення їх в дві площини, що не співпадають з площиною симетрії БпЛА з метою уникнення можливості намотування стропи пришивидшувача на вал електричного двигуна, який обертає повітряний гвинт.

Результати проведених досліджень свідчать що:

1. Процедура зльоту БпЛА категорії “міні” не завжди є надійною та безпечною, а також не має високу точність повторювальності та передбачуваності.

2. Допоміжний засіб для зльоту БпЛА категорії “міні”, а саме пришивидшувач, не завжди забезпечує надійний зліт БпЛА, в результаті якого можуть виникати пошкодження або виведення з ладу елементів БпЛА.

3. Причинами падіння БпЛА на етапі зльоту були, у першому випадку, відмова СМ елевону, а в іншому, намотування стропи пришивидшувача на втулку повітряного гвинта внаслідок неконтрольованого обертання лопатей повітряного гвинта та передчасного початку роботи силової установки внаслідок неправильно відрегульованого (завчасного) моменту запуску двигуна.

4. Запропоновану конструктивну реалізацію пришивидшувача, а саме, удосконалення вузлів кріплення пришивидшувача до корпусу БпЛА шляхом рознесення їх в дві площини, що не співпадають з

площиною симетрії БпЛА, необхідно враховувати вітчизняним розробникам під час розробки допоміжних засобів зльоту БпЛА.

5. На поведінку БпЛА під час зльоту впливають положення органів керування креном (працевдатність СМ), місце кріплення до корпусу, положення центру ваги БпЛА, місце розташування та вага корисного навантаження. Кожен з перелічених чинників, а також їх комбінації, необхідно враховувати під час розробки програм та методик визначальних відомчих випробувань БпАК.

Висновки

На підставі результатів проведених демонстраційних польотів БпЛА “HAWK” іноземного виробництва компанії “Drone-Tech SRL” надано деякі результати аналізу режиму зльоту БпЛА категорії “міні”, що входить в БпАК класу I, а також надано рекомендації щодо розробки програм та методик визначальних відомчих випробувань БпАК даного класу в ЗС України.

Список літератури

1. NATO STANDARD ATP-3.3.7. *Guidance For The Training Of Unmanned Aircraft Systems (UAS) Operators, Edition B, Version 1, 2014. Access in internet: <http://www.everyspec.com/>.*
2. R. Austin, “Unmanned aircraft systems : UAVS design, development and deployment,” A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, p. 248, 2010.
3. NATO STANAG 4671. *Unmanned Aerial Vehicles Systems Airworthiness Requirements (USAR), NSA/0976 (2009)-JAIS/4671, 2009. Access in internet: <http://www.everyspec.com/>.*
4. NATO STANDARD AEP-83. *Light Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements, Edition 1, Version 1, Ratification draft, 2014. Access in internet: <http://www.everyspec.com/>.*

Надійшла до редколегії 15.03.2016

Рецензент: д-р техн. наук ст. наук співр. В.В. Логінов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА ВЗЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА КАТЕГОРИИ “МИНИ”

В.А. Шлапацкий, Ю.О. Камак, В.А. Журахов

Представлены некоторые результаты демонстрационных полетов беспилотного летательного аппарата иностранного производства. На основе анализа результатов исследований режима взлета беспилотного летательного аппарата категории “мини” представлены рекомендации отечественным разработчикам беспилотных авиационных комплексов для учета во время разработки средств взлета перспективных беспилотных летательных аппаратов категории “мини”.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат; авиационный комплекс; испытания; взлет; требования.

TAKEOFF MODE INVESTIGATION OF A “MINI” CATEGORY UNMANNED AIRCRAFT

V.O. Shlapatskyi, Yu.O. Kamak, V.A. Zhurahov

Some results of demonstration flights of a light unmanned aircraft of foreign production have been presented. On base of the studies results analysis of a light unmanned aircraft (mini-UAS) takeoff mode recommendations for domestic developers of unmanned aircraft systems for accounting during development of light unmanned aircrafts takeoff procedure facilities have been presented.

Keywords: unmanned aircraft; unmanned aircraft system; test; takeoff; requirements.