

БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ КОНТЕЙНЕРНОГО СТАРТУ: СУЧАСНИЙ СТАН І НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Zbrutsky A., Masko A., Suhov V.

The National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine (masko.alexandr@gmail.com)

TUBE LAUNCH UNMANNED AERIAL VEHICLES: CURRENT STATE AND DIRECTION RESEARCH

Проведений аналіз стану науково-дослідних робіт по проблемі створення безпілотних літальних апаратів контейнерного старту. Проаналізовано типові льотно-технічні та експлуатаційні характеристики, зроблено висновки про перспективність розвитку БПЛА даного класу. Сформульовано тактико-технічні особливості літальних апаратів даного класу. Обґрунтовано доцільність використання аеродинамічної схеми «тандем». Проведений короткий огляд БПЛА «Сокіл-2» розробленого НТУУ «КПІ». Виокремлено ряд питань, що потребують ґрунтовних досліджень та експериментів.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, контейнерний старт, БПЛА «Сокіл-2».

Вступ. Безпілотні літальні апарати (БПЛА) на сьогодні стають одним з основних засобів отримання оперативної інформації по стану та розвитку різноманітних подій та явищ техногенного чи природного характеру [1]. Внаслідок зменшення масово-габаритних параметрів навігаційного та оптико-електронного обладнання, велика кількість завдань вирішується БПЛА злітною масою до 5 кг [2] (клас «мікро» (μ) у відповідності з міжнародною класифікацією UVS International). БПЛА цього класу мають наступні характерні риси: дальність дії до 10 км, максимальна злітна маса до 5 кг [3].

Основними аргументами поширення БПЛА класу (μ) стали мала ціна, висока мобільність та здатність до передавання фото- відеоінформації в реальному масштабі часу. В даному класі БПЛА найбільш поширені дві схеми, що відрізняються способом створення підйомної сили: «літак» та «вертоліт» [4] (рис. 1).

Висока мобільність забезпечується малими геометричними розмірами та масою, що дає змогу транспортувати ЛА до місця запуску в невеликих транспортних контейнерах і виконувати швидкий старт протягом 10...25 хв. після збирання ЛА в льотну конфігурацію. Внаслідок експертного аналізу сучасних зразків БПЛА сформовано таблицю типових тактико-технічних та експлуатаційних ознак БПЛА класу «мікро» (табл. 1).

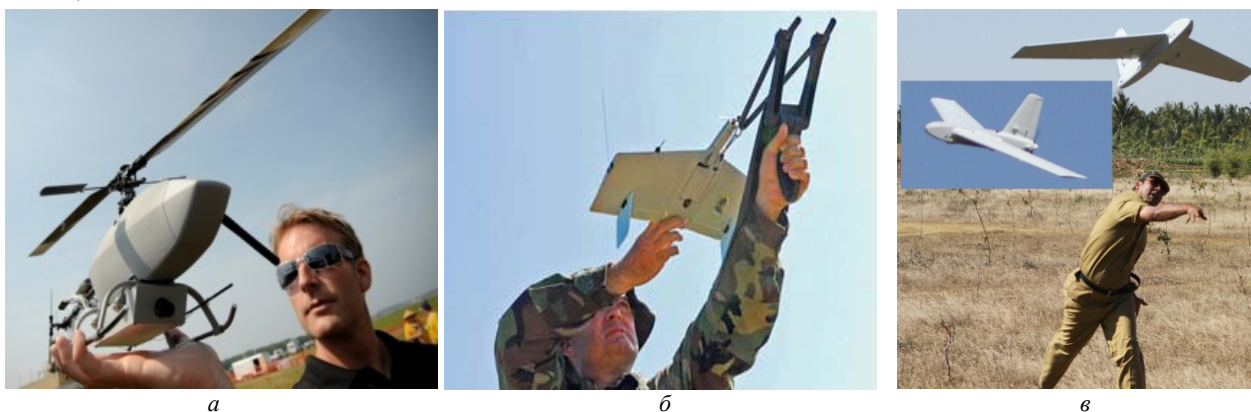


Рис. 1. БПЛА класу «мікро» (μ): а – схема «вертоліт»; б, в – схема «літак»

Важливим параметром, що потребує покращення, є час підготовки до старту. Особливо актуальним це питання є при використанні БПЛА в складі мобільних груп (прикордонний та лісничий патруль, оперативна група МВС та МНС). Одним з напрямків зменшення часу підготовки до старту є використання БПЛА контейнерного старту, що забезпечує мінімальний час допультної підготовки та дає можливість старту без зупинки транспортного засобу, у випадку розміщення БПЛА на ньому. Це дає змогу значно розширити область використання та загальну ефективність БПЛА.

Таблиця 1

Типові тактико-технічні та експлуатаційні характеристики БПЛА

Схема літального апарату	Схема «вертоліт»	Схема «літак»
Злітна маса, кг	до 5	до 5
Маса пустого, кг	3,5	3
Маса корисного навантаження, кг	0,4...0,8	0,5...1,2
Діапазон швидкостей, км/год	10...60	50...95
Час польоту, год	0,5..1	1...1,5
Тип силової установки	Електричний двигун	
Висота польоту, м	5...100	
Тип старту	Зі стартової площадки	Старт з рук, катапульти, транспортного контейнеру
Час підготовки до старту, хв	10...25	
Тип посадки	В точку старту в автоматичному чи ручному режимах;	В точку старту в автоматичному чи ручному режимах; з використанням парашуту; в посадочну сітку.
Режим польоту	Автоматичний, напівавтоматичний, ручний	

Науково-дослідними роботами в цьому напрямку займається ряд зарубіжних науково-дослідних установ та інститутів: Florida State University, University of Arkansas, Naval Research Laboratory, Cal Poly State University та інші [5].

Метою даної статті є огляд існуючих та перспективних БПЛА контейнерного старту класу «мікро» (μ), окреслення області їх застосування та напрямків науково-технічного пошуку.

Конструктивно-технологічні особливості БПЛА контейнерного старту. З урахуванням основних характеристик БПЛА класу «мікро», можна формулювати ряд характерних ознак БПЛА контейнерного старту:

- аеродинамічна схема «літак»;
- спосіб транспортування та старту – герметичний контейнер з влаштованою катапультию;
- цільове навантаження: цифрова фото- чи відеокамера;
- спосіб посадки – парашут.

В табл. 2 наведені характеристики деяких БПЛА контейнерного старту, а їх загальний вигляд показано на рис.2.

Таблиця 2

Основні характеристики БЛА контейнерного старту

Назва	Coyote	Switchblade	Piranha	Prioria
Розмах крила l, м	1,47	0,7	0,76	0,74
Довжина фюзеляжу lf, м	0,79	0,52	0,42	0,67
Злітна маса m ₀ , кг	4...5	1,2	1,65	1,16
Маса корисного навантаження m _{к.н.} , кг.	1,1	0,4	0,375	0,3
Час польоту t, год	1	0,5	0,4	0,75...1,5
Силова установка	електродвигун			
Тип катапульти	пневматична	піротехнічна	пневматична	піротехнічна
Кратність використання	до 5	1	до 5	1
Спосіб посадки	парашут	парашут	парашут	парашут
Аеродинамічна схема	«тандем»	«тандем»	«тандем»	«класична»
Конструктивно-технологічне виконання	Композитна конструкція на основі вуглепластиків	Композитна конструкція на основі вуглепластиків	Композитна конструкція на основі вуглепластиків	Композитна конструкція на основі вуглепластиків

Основною проблемою при створенні БПЛА контейнерного старту є розробка оптимальної аеродинамічної компоновки, при обмежених геометричних та масових параметрах літального апарату. При цьому конструкція повинна задовольняти вимогам:

- надійності та технологічності;
- міцності та модульності;
- оптимальним умовам роботи корисного навантаження;

- готовності до польоту не більше 5 хв. (на основі експертного аналізу, подальше зменшення часу підготовки ускладнено фізичними можливостями людини по підготовці польотного завдання БПЛА та його введенням в систему керування польотом).

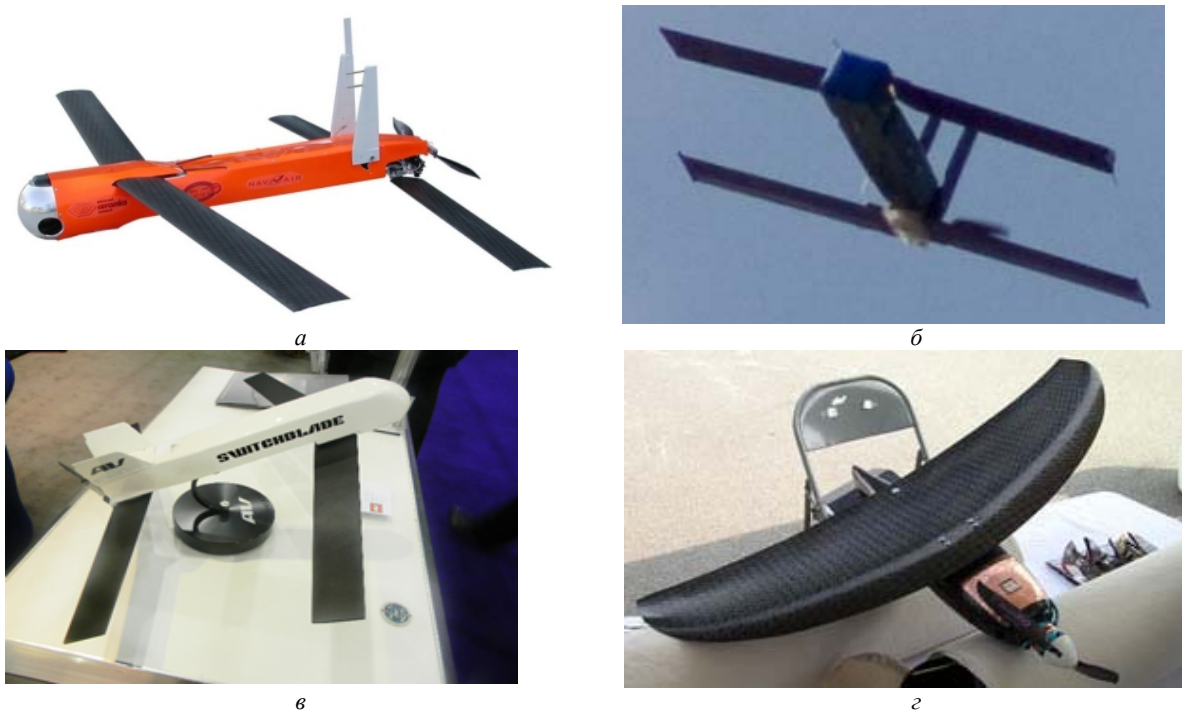


Рис. 2. Аеродинамічні схеми БПЛА контейнерного старту: а - Coyote; б - Piranha; в - Switchblade; г - Priori

Найбільшого поширення для даного класу БПЛА отримала аеродинамічна схема типу «тандем» [3, 5]. Перспективною є схема з гнучким крилом [5].

Поширення схеми «тандем» обумовлено рядом факторів:

- забезпечення високих аеродинамічних характеристик при жорстких геометричних обмеженнях габаритами транспортного контейнеру;
- забезпечення надійності та простоти конструкції механізмів розкриття крил;
- забезпечення стійкості та керованості на режимах старту;
- забезпечення широкого діапазону центровки ЛА.

Науково-технічні доробки України по розробці БПЛА контейнерного старту. Проблемою створення БПЛА контейнерного старту в Україні займається декілька науково-дослідних установ та інститутів: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Національний технічний університет України «КПІ», Державне підприємство «Державне Київське конструкторське бюро «Луч».



Рис. 3. БПЛА «Сокіл-2»

На сьогоднішній день єдиним БПЛА контейнерного старту, який проходить стадію льотних та наземних випробувань є БПЛА «Сокіл-2» (рис.3), який є спільною розробкою НТУУ «КПІ» та ДП «ДККБ» «Луч».

Експериментальний зразок БПЛА був представлений на найбільшій у регіоні Близького Сходу і Північної Африки міжнародній виставці оборонних озброєнь і технологій "IDEX-2011" [6] та отримав найвищу нагороду в одній із семи номінацій виставки.

Стартова маса БПЛА складає 5 кг при масі корисного навантаження 1 кг. В типовому варіанті корисне навантаження складається з телевізійної камери та системи зв'язку для передачі зображення та отримання команд з наземного пункту управління. Після вистрілу з транспортної труби проводиться розкриття крил та вертикального оперення і запуск електродвигуна.

Конструкція БПЛА передбачає політ по заданій програмі з використанням даних GPS. За необхідності політ може виконуватись і в ручному режимі по командах оператора.

БПЛА має крейсерську швидкість 100...120 км/год, радіус дії 20 км.

Висновок

Існуючі БПЛА контейнерного старту в значній мірі реалізують концепцію БПЛА оперативного використання з мінімумом стартової підготовки, проте існує ряд проблемних питань, що потребують ґрунтовних досліджень:

- розробки оптимізаційних моделей планеру БПЛА з врахуванням критеріїв: оптимальної об'ємно-масової компоновки; оптимальної конструктивно-силової компоновки; досконалості несучих якостей; досконалості аеродинамічної компоновки;
- теоретично-експериментальний пошук оптимальної аеродинамічної схеми, що найбільш повно відповідала б геометричним, масовим та експлуатаційним обмеженням;
- дослідження технології виробництва та конструкції крил з обмежено гнучкими характеристиками;
- поліпшення коефіцієнту корисної дії електричної силової установки, застосування більш ефективних джерел електричної енергії;
- теоретично-експериментальні роботи по стартовим пристроям.

Окреслені напрямки наукового пошуку потребують ґрунтовного підходу з урахуванням та використанням передових досягнень в області конструкції, технології, навігації та радіоелектроніки.

Аннотація. Рассмотрено состояние научно-исследовательских работ по проблеме создания беспилотных летательных аппаратов контейнерного старта, проведен анализ основных комплексов и систем. На основании данных производителей сформировано область значений основных летно-технических и эксплуатационных характеристик, сделаны выводы о перспективности развития БПЛА данного класса. Проанализированы основные аэродинамические схемы, обоснованы преимущества схемы «тандем». Сделан краткий обзор БПЛА «Сокол – 2». Выделено ряд вопросов, которые требуют проведения основательных исследований и экспериментов для усовершенствования данного класса летательных аппаратов.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, контейнерный старт, БПЛА «Сокол-2».

Abstract. The purpose of this paper is to review current and future tube launch UAV class "micro" (μ), and outline their applications and directions of scientific and technical search.

Methodology. The paper used available scientific and technical literature and data producers. An overview of common UAVs different wind patterns and are their main characteristics. The main features of tube launch UAV: aerodynamic scheme "aircraft"; way transportation and launch - an airtight container with a catapult arranged; target load - digital or video camera; way of landing - parachute mode control - automatic or semiautomatic.

Results of work. The main characteristics of tube launch UAV. The analysis of tactical and technical characteristics of existing designs. The need for further research in this direction. Analyzed aerodynamic scheme "tandem" and justified its use. A brief analysis of the characteristics of the prototype "Sokol-2" and outlines directions for further research. Formulated critical scientific and technical issues potrubuyut solution: start, landing system, control system.

Field of application. Analytical review can be used in the formation requirements and the general outlines tube launch UAV

Keywords: unmanned aerial vehicle, tube launch, unmanned aircraft "Sokol - 2".

1. *Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик* / В.М. Ильющко, М.М. Митрахович, А.В. Самков, В.И. Силков, О.В. Соловьев, В.И. Стрельников; Под общ. ред. В.И. Силкова. – К.:ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2009. – 302 с.
2. *Павлушенко М. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития* / М. Павлушенко, Г. Евстафьев, И. Макаренко – М.: Права человека, 2005. – 611 с.
3. *Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие* / А.Г. Гребеников, А.К. Мялица, В.В. Парфенюк и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. - 377 с.
4. *Егоров К., Смирнов С. Беспилотные авиационные комплексы в вооружённых конфликтах. // Военный парад, июль-август, 2005. – С. 34-35.*
5. *Unmanned vehicles. Handbook 2010* / Shephard press. – Burnham, 2010. – 145 p.
6. Gary Mortimer [Електронний ресурс] / Ukrainian State Company Unveils Tube-Launched Aerial Drone: веб сайт. – URL: <http://www.suasnews.com/2011/02/3938/ukrainian-state-company-unveils-tube-launched-aerial-drone/> (10.11.2011).

REFERENCES

1. *Bespilotnye letatel'nye apparaty: Metodiki priblizhennyh raschetov osnovnyh parametrov i harakteristik* [Unmanned aerial vehicles: Methods of approximate calculation of basic parameters and characteristics] V.M. Iljushko, M.M. Mitrahovich, A.V. Samkov, V.I. Silkov, O.V. Solovev, V.I. Strelnikov. Kyiv CNII VVT VS Ukrainy, 2009, 302 p.
2. *Pavlushenko M. Bespilotnye letatel'nye apparaty: istorija, primenenie, ugroza rasprostraneniya i perspektivy razvitija* [Unmanned aerial vehicles: history, application, the threat of the spread and development prospects]. M.Pavlushenko, G.Evstafev, I.Makarenko.Moscow.: Prava cheloveka, 2005, 611 p.
3. *Obwie vidy i harakteristiki bespilotnyh letatel'nyh apparatov: sprav. Posobie* [Common types and characteristics of unmanned aerial vehicles: on the right. Allowance]. A.G. Grebenikov, A.K. Mjalica, V.V. Parfenjuk i dr., Harkov: Nac. ajerokosm. un-t «Hark.aviac. in-t», 2008, 377 p.
4. *Egorov K., Smirnov S. Bespilotnye aviacionnye komplekxy v vooorzhyjnykh konfliktah.* [Unmanned aircraft systems in armed conflict] Voennyj parad, ijul-avgust, 2005, pp. 34-35.
5. *Unmanned vehicles. Handbook 2010.* Shephard press. Burnham, 2010. 145 p.
6. Gary Mortimer Ukrainian State Company Unveils Tube-Launched Aerial Drone. Available at: <http://www.suasnews.com/2011/02/3938/ukrainian-state-company-unveils-tube-launched-aerial-drone/> (accessed 10 November 2011).