

Родюков А. О., Юхно В. А., Сула В. Є.

УНІФІКАЦІЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПУСКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Анотація: проведено аналіз конструкції та особливості експлуатації двигунів внутрішнього згорання та пускових пристроїв для безпілотних літальних апаратів. Запропоновані основні вимоги для уніфікованої пускової установки з пневматичним приводом. Визначена можливість застосування автоматизованого блоку управління для калібрування пускової установки.

Ключові слова: система запуску, пневматична катапульта, безпілотний літальний апарат.

Annotation: an analysis of the design and operational characteristics of internal combustion engines and starting devices for unmanned aerial vehicles was conducted. The main requirements for a unified launcher with a pneumatic drive were proposed. The possibility of using an automated control unit for launcher calibration was determined.

Keywords: launch system, pneumatic catapult, unmanned aerial vehicle.

Широке застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) при веденні бойових дій у повномасштабній війні показало високу ефективність, як при веденні розвідки та ураженні живої сили і військової техніки противника на полі бою, так і ураженні об'єктів та логістичних шляхів у глибині оборони. Збройні Сили України застосовують велику кількість різноманітних типів БпЛА, проте при значних успіхах у розробці сучасних безпілотних літальних апаратів та різноманітності їх конструкції кожний проект БпЛА вимагає своєї власної пускової (стартової) установки [1]. Такий підхід є неефективним при застосуванні різних типів БпЛА одночасно, особливо при нанесенні масованого удару.

Застосування великої кількості різноманітних типів БпЛА потребує проведення їх передпускової підготовки, підтримання у постійній технічній готовності до застосування та безпосередньо транспортування до позиції пуску.

У роботі проведено дослідження умов підтримання технічної готовності двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) та можливості уніфікації пускової установки для БпЛА класу I (категорії: малі – від 15 до 150 кг) та класу II (категорія: тактичні – від 150 кг до 600 кг) за стандартом НАТО – STANAG 4670 (АТР 3.3.7.). Особливістю БпЛА є залежність вибору силової установки від розмірів та повної маси літального апарата [2]. Проведено аналіз конструктивних та експлуатаційних особливостей ДВЗ Sky Power SP-210 DRE FI, 3W-200i BZ, Hirth 4102 / 4103, Rotax 912 UL, Hirth 3501, Rotax 582 UL, Sky Power SP-110 FI, з якого зроблено висновок в необхідності підтриманні сталої температури двигунів для швидкого та безпроблемного їх пуску перед застосуванням БпЛА, а також наявності на пусковій установці додаткового стартового обладнання для ДВЗ (наприклад: електричного стартера) [3].

З проведеного аналізу конструктивних особливостей пускових установок безпілотних літальних апаратів [4–7] пропонуємо взяти за основу уніфікованої пускової установки катапульти з пневматичним приводом. Пневматична система запуску БпЛА забезпечує високу енергетичну потужність на всій довжині направляючої конструкції, що дає можливість запуску БпЛА різного класу. У роботі запропоновані основні вимоги до конструкції уніфікованої пневматичної системи пуску (УПСП) безпілотних літальних апаратів малої та тактичної категорій. Основні технічні умови до конструкції УПСП з двоступеневою пневматичною системою:

– оптимізація тиску та об'єму повітря (використання високоточних редукторів та клапанів для забезпечення стабільного та оптимального тиску в акумуляторі, що відповідає вазі та аеродинамічним характеристикам конкретного БпЛА);

- встановлення повітряних клапанів з максимальною швидкістю спрацьовування для миттєвої подачі повітря в робочий циліндр, що забезпечить різкий та потужний старт БпЛА;
- розробка системи кріплення БпЛА на візку пускового пристрою, яка забезпечить центрування різних типів БпЛА та коректне відділення літального апарату від візка в кінці розгону;
- забезпечення програмування автопілота БпЛА на спеціальний режим пуску (Launch Mode), який утримує кермові поверхні у певному положенні або виконує задану траєкторію (набір висоти) одразу після старту, забезпечуючи швидкий та стабільний перехід до польоту;
- автоматизація та діагностика (встановлення датчиків тиску, температури та швидкості для моніторингу кожного пуску і швидкого виявлення відхилень, а також встановлення автоматизованого блоку управління (АБУ).

Застосування автоматизованого блоку управління з мікроконтролером та сенсорним інтерфейсом для вводу даних про характеристики БпЛА надасть можливість автоматичного встановлення необхідного тиску повітря у пусковому ресивері. Необхідно також передбачити порт зв'язку (наприклад, RS-485 або CAN) для передачі сигналу (Launch Command) від катапульты до БпЛА, що забезпечить перехід у режим набору висоти або встановленої траєкторії польоту одночасно з відривом від стартового візка, мінімізуючи ризик звалювання.

АБУ здійснює автоматичний розрахунок параметрів пуску (калібрування УПСП), використовуючи заздалегідь завантажені або емпірично встановлені таблиці пуску, з метою визначення оптимального тиску повітря у пусковому ресивері. Авторами розроблений алгоритм автоматичного розрахунку параметрів пуску з виведенням розрахованих значень на екран та внесення у електронний журнал реєстрації параметрів пуску БпЛА, який зберігається у внутрішній пам'яті АБУ. Вхідними (змінними) величинами алгоритму є данні, які вводяться оператором (тип БпЛА, його повна маса, мінімальна швидкість звалювання, коефіцієнт безпеки), а також автоматично з установлених на УПСП датчиків (тиску повітря в основному та пусковому ресиверах, температури та вологості повітря, готовності БпЛА до пуску). Після пуску автоматизований блок управління знімає параметри кожного пуску БпЛА і при необхідності вносить корективи у калібрування УПСП.

Передбачається можливість автоматичного пуску за командою оператора БпЛА при наявності каналу зв'язку між оператором та АБУ, що дає можливість оптимізувати та синхронізувати роботу при масованому пуску БпЛА.

Застосування уніфікованої пневматичної системи пуску БпЛА з автоматизованим блоком управління дасть можливість зменшити час підготовки та пуску БпЛА, підвищити живучість за рахунок зменшення часу перебування на стартовій позиції та застосування різних типів безпілотних літальних апаратів.

Список використаних джерел:

1. Khrulev, A. (2023). Analysis of pneumatic catapult launch system parameters, taking into account engine and UAV characteristics. *Advanced UAV*, 3 (1), 10-24. Available at: <https://publlsh.mersin.edu.tr/index.php/uav/article/view/1045>.
2. Шаповалов О.Л., Колесник Д.М., Болотов Г.П., Журахов О.В. Аналіз конструктивних особливостей і технічних характеристик основних типів силових установок для безпілотних літальних апаратів // *Технічні науки та технології*. – 2017. №2(8). С. 57 – 65.
3. Савченко А.В., Ободець Д.К. Сучасні тенденції розвитку двигунів безпілотних літальних апаратів // *Авіаційно-космічна техніка і технології*. – 2024. №5(199). С. 27 – 38.
4. Cearn, J., Huxley, S., Garcia, D., & Lacasse, B. (2019). *UAV catapult*. California Polytechnic State University, 140.
5. Bumb N., Kalogeropoulos, X., Kelday, A., Wai Hou, L., Xiao, L., Portakalcioglu, H., Tagg, J., Tarazi, B. (2012). Catapult launcher for Unmanned Air Vehicles (UAV). Part 2. Design case study. *SESM2005: Engineering Design and Structural Analysis Methods*. 86. <https://dokumen.tips/documents/catapult-launcher-foruav.html?page=3>.
6. Ukrspecsystems Ukraine Releases (2020). New UAV Bungee Catapult Launcher. *UAS Weekly*, 2. <https://uasweekly.com/2020/11/22/ukrspecsystems-releases-new-uav-bungee-catapult-launcher/>.

7. Pneumatic UAV launcher GLS-1A. (2023). Ukrspecsystems Ukraine. AeroExpo, 1. <https://www.aeroexpo.online/prod/ukrspecsystems/product-185884-73131.html>.

Родюков Анатолій Олексійович – доцент кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: avtorao@ukr.net.

Юхно Віталій Анатолійович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: 1970yva@ukr.net.

Сула Володимир Євгенійович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: sula72@ukr.net.

Rodiukov Anatolii O. – Associate Professor of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: avtorao@ukr.net.

Yukhno Vitaly A. – senior teacher of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: 1970yva@ukr.net.

Sula Volodymyr Y. – senior teacher of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: sula72@ukr.net.