

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА ПАЛИВА ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Сироткіна Н.П.¹, Василів С.С.², Музика Л.В.³.

¹Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України, молодший науковий
співробітник, Україна

²Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України, старший науковий
співробітник, к.т.н., Україна

³Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України, науковий
співробітник, к.т.н., Україна

Анотація. Актуальність роботи визначається в дослідженні безпілотних літальних апаратів та палива для безпілотних літальних апаратів. Показано, що минуле десятиліття продемонструвало бурхливе зростання авіаційних безпілотних технологій. На сьогоднішній день науково-дослідницькими інститутами і авіабудівними підприємствами провідних країн світу інтенсивно ведуться розробки безпілотних літальних апаратів різного призначення, пошук нових сценаріїв застосування, нових проєктно-конструкторських рішень і методів керування, що забезпечують підвищення ефективності застосування безпілотних літальних апаратів. Мета дослідження – аналіз сучасного стану безпілотних літальних апаратів та палива для безпілотних літальних апаратів. Розглянуто сучасні функціональні методи класифікації, використовувані зарубіжними військовими аналітиками, що ґрунтуються на первинній різниці між бойовими безпілотними літальними апаратами і безпілотними літальними апаратами забезпечення. Показана класифікація безпілотних літальних апаратів за організаційними ознаками та технічними ознаками. Розглянуто розподіл палив на гомогенні і гетерогенні та показано, що класифікацію палив за структурою поділяють на: нітроцелюлозні, сумішеві, модифіковані.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати, класифікація, гомогенні палива, гетерогенні палива, сумішеві палива.

Вступ. З початком XX ст. почався стрімкий розвиток ракетної техніки, який дозволив вирішити цілу низку задач освоєння космічного простору. Для військових цілей були створені унікальні міжконтинентальні твердопаливні ракети. Але вартість палива досить суттєво обмежує їх застосування. Минуле десятиліття продемонструвало бурхливе зростання авіаційних безпілотних технологій.

Основний матеріал. Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – це літальний апарат багаторазового або умовно-багаторазового використання, який не має на борту людини-пілота і здатний самостійно цілеспрямовано переміщатися у повітрі для виконання різних функцій в автономному режимі за допомогою власної керуючої програми або за допомогою дистанційного керування, яке здійснюється людиною-оператором зі стаціонарного чи мобільного пульта керування.

У кінці 1950-х років створюються безпілотні розвідники, а в 70-х роках починають проводитися науково-дослідні розробки в області бойових БПЛА, а також безпілотних літаків з великою висотою і тривалістю польоту, призначених для тривалого спостереження, збору і передачі розвідувальної інформації супротивника.

Перші цивільні БПЛА з'явилися лише в 2000 році. Однак, темпи роста ринка цивільних БПЛА, комплектуючих і сервісів для них мають дуже високі показники. Ринок послуг і систем для БПЛА великий і перспективний, але через велику різноманітність видів БПЛА створювати універсальні рішення вкрай складно. Тому необхідно класифікувати БПЛА за різними параметрами, які дозволять далі виділяти цільові сегменти ринку для нових перспективних супутніх розробок.

Яким би не був БПЛА за цільовим призначенням, розмірам, аеродинамічній компоновці, його льотно-тактичні характеристики (діапазон висот і швидкостей польоту, дальність і тривалість) багато в чому визначають ефективність силової установки. При проектуванні БПЛА особлива увага приділяється вибору двигуна, і часом відсутність цього компонента з необхідними технічними параметрами ставе під загрозу створення всього безпілотного комплексу [1].

Існують три характерні особливості розвідувальних і ударно-розвідувальних БПЛА, які відрізняють їх від пілотованих літальних апаратів (ЛА) з аналогічним функціональним призначенням [2]: тривалість польоту БПЛА може бути набагато вище, ніж у класичного ЛА, так як відсутнє обмеження тривалості екіпажу; сценарій застосування БПЛА може включати в

себе тривалий період консервування, що обумовлює ряд характерних особливостей, і зниження ресурсу відносно пілотованого ЛА аналогічного призначення; підвищений відбір потужності від силової установки на потреби систем ЛА.

Сучасні функціональні методи класифікації, використовувані зарубіжними військовими аналітиками, ґрунтуються на первинній різниці між бойовими БПЛА (спеціалізовані ударні багаторазового використання, ударні одноразового використання) і БПЛА забезпечення (розвідувальні, транспортні, цільові). Найбільша увага при розробці бойових ударних БПЛА приділяється спеціалізованим ударним апаратам багаторазового застосування, які за своїми тактико-технічними характеристиками наближаються до сучасних тактичних винищувачів [3].

Існує також класифікація БПЛА [3] за організаційними та технічними ознаками.

По класифікації за організаційними ознаками БПЛА розподіляють: за масштабами застосування (стратегічні, оперативні, тактичні), за приналежністю (сухопутні війська, військово-повітряні сили, військово-морські сили, міністерство внутрішніх справ, прикордонні війська), за можливістю повторного застосування (багаторазові, одноразові), за способом управління (управління оператором по каналам управління, управління автоматично, комбінована система управління).

По класифікації за технічними ознаками БПЛА розподіляють: за габаритно-ваговими характеристиками (мініатюрні, надмалі, малі, середні, великі), за аеродинамічною схемою (літакового та гелікоптерного типу), за способом старту (катапультного типу, що запускається з руки, запускаються із злітної смуги), за способом посадки (літаковим способом, що спускаються на парашуті, уловлювані різними пристосуваннями), за часом отримання зібраної інформації (в масштабі реального часу, періодично в ході сеансів зв'язку, після посадки), по вигляду базування пускової установки (наземні, повітряні, морські), по висоті застосування (надмалі висоти, малі, середні висоти,

висотні), по дальності дії (надмалої, малої, середньої, великої дальності), за тривалістю польоту (малої, середньої, великої).

Суттєву роль для БПЛА відіграють палива. Палива поділяють на гомогенні та гетерогенні. В гомогенному паливі молекули в своєму складі мають горючі і окислюючі елементи, а в гетерогенному – це різні речовини, змішані механічно. Частіше класифікацію палив за структурою поділяють на: нітроцелюлозні (одноосновні, двоосновні), сумішеві, модифіковані (нітрозольні).

Основою нітроцелюлозного палива є нітроцелюлоза, в склад палива ще входить пластифікатор-розчинник (нітрогліцерин), на який в сумі припадає понад 90 % вмісту. Решта припадає на добавки – каталізатори тощо.

Сумішеві палива мають в своєму складі окремо неорганічний окислювач у вигляді порошку, зв'язуючого полімерного компоненту (каучук чи ін.) та зазвичай металічну енергетичну добавку.

Модифіковане тверде паливо – це гетерогенна система, яка містить неорганічний окислювач, складне активне пальне-зв'язуюче і металічну енергетичну добавку у вигляді мікродисперсного порошку алюмінію. Це паливо не поступаючись технологічним перевагам сумішевих палив, перевищує їх за енергетичними характеристиками.

Для порівняння ефективності ракетних двигунів використовують різні критерії, але один з головних – питома тяга. Балістичні ракетні палива мають питому тягу від 180 с до 240 с. Сумішеві тверді ракетні палива мають питому тягу від 200 с до 280 с. Таким чином, перевагою сумішевих твердих ракетних палив є більш широкий діапазон і вищий рівень питомої тяги.

Швидкість горіння також є важливим параметром при виборі палива. Вимоги до твердих ракетних палив можна підрозділити на експлуатаційно-технічні, техніко-економічні та екологічні.

Висновки. У роботі було досліджено безпілотні літальні апарати та палива для безпілотних літальних апаратів. Розглянуто сучасні функціональні методи класифікації, використовувані зарубіжними військовими аналітиками, що ґрунтуються на первинній різниці між бойовими безпілотними літальними

апаратами і безпілотними літальними апаратами забезпечення. Показана класифікація безпілотних літальних апаратів за організаційними ознаками та технічними ознаками. Розглянуто розподіл палив на гомогенні і гетерогенні. Показано, що класифікацію палив за структурою поділяють на: нітроцелюлозні (одноосновні, двохосновні), сумішеві, модифіковані (нітрозольні). Наведено переваги сумішевих твердих ракетних палив в порівнянні з баліститними ракетними паливами та вимоги до твердих ракетних палив.

ЛІТЕРАТУРА

1. Точна інформація про ринок і консультації. Precise market intelligence and advisory. <https://www.mordorintelligence.com>.
2. Zhang B, Song Z, Zhao F, Liu C. Overview of Propulsion Systems for Unmanned Aerial Vehicles. *Energies*. 2022; 15(2):455. <https://doi.org/10.3390/en15020455>
3. Valavanis, K.P.; Vachtsevanos, G.J. *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*; Springer: Dordrecht, Netherlands, 2015; Volume 2077

ANALYSIS OF THE CONDITIONAL STANDARD OF UNMANNED FLYING VEHICLES AND FILLING FOR UNMANNED FLYING VEHICLES

Syrotkina N.P., Vasylyv S.S., Muzyka L.V.

Abstract. *The work relevance is indicated in the research of unmanned vehicles and fuel for them. It is shown that the past decade has demonstrated the rapid growth of unmanned aviation technologies. Today, scientific and research institutes and aviation enterprises in the leading regions of the world are intensively developing drones for various purposes. New stagnation scenarios, new design solutions and treatment methods that ensure increased stagnation efficiency of unmanned aerial vehicles are shown. The current functional methods of classification, developed by foreign military analysts, are reviewed, which are based on the primary difference between military unmanned vehicles and unmanned aircraft safety. The classification of drones is shown with organizational and technical marks. The division of fuel into homogeneous and heterogeneous ones is examined and it is shown that the classification of fuel based on structure is divided into nitrocellulose, mixture, modified ones.*

Keywords: *unmanned vehicle, drone, classification, homogeneous burning, heterogeneous burning, mixture fuel.*

REFERENCES

1. Accurate market information and consultations. Precise market intelligence and advisory. <https://www.mordorintelligence.com>.
2. Zhang B, Song Z, Zhao F, Liu C. Overview of Propulsion Systems for Unmanned Aerial Vehicles. *Energies*. 2022; 15(2):455. <https://doi.org/10.3390/en15020455>
3. Valavanis, K.P.; Vachtsevanos, G.J. *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*; Springer: Dordrecht, Netherlands, 2015; Volume 2077