

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію Добродомова Олександра Олександровича на тему
«Синтез ефективних конструкторсько-технологічних рішень створення
твердопаливних стартових прискорювачів малих безпілотних літальних
апаратів»,

подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

Актуальність теми дисертації

Стрімке розширення сфер застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) зумовлює потребу в автономних, мобільних і технологічних засобах їх запуску. Для малих БПЛА літакового типу застосування аеродромної інфраструктури або громіздких наземних катапульт часто є неприйнятним, тоді як стартові твердопаливні ракетні прискорювачі (СТРП) дають змогу забезпечити необхідну кінцеву швидкість на короткій ділянці розгону та зменшити залежність комплексу від місця застосування.

Водночас створення такого прискорювача не зводиться до окремого газодинамічного чи міцнісного розрахунку. Необхідне узгодження маси БПЛА, допустимого перевантаження, потрібної швидкості сходу, компоновки системи «БПЛА–СТРП», геометрії паливного заряду, матеріалів корпусу і теплозахисту, технології виготовлення та способів експериментальної перевірки. Саме комплексність цієї задачі визначає наукову й прикладну актуальність роботи.

Особливої ваги тема набуває з огляду на потребу уніфікації стартових засобів для апаратів різних масових груп. Запропонована автором орієнтація на лінійку типорозмірів і універсальну перехідну раму відповідає сучасній логіці модульного проектування, скорочення номенклатури деталей і прискорення підготовки виробництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертацію виконано на кафедрі ракетно-космічних та інноваційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара в межах держбюджетних науково-дослідних робіт «Створення і удосконалення матеріалів та технологій інноваційних та оборонної галузей промисловості» (№ 0122U001286, ФТФ-3-22, 2022–2024) та «Розробка універсальних твердопаливних ракетних прискорювачів БПЛА та зенітних ракет для перехоплення ударних БПЛА великого радіусу дії на їх основі» (№ 0126U001728, 2026–2028). Наведений у роботі особистий внесок здобувача відповідає тематиці дисертаційного дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна роботи полягає у формуванні системного підходу до створення стартових твердопаливних прискорювачів малих БПЛА та в розвитку розрахунково-експериментальних засад їх проектування. До найбільш вагомих результатів слід віднести:

1. уперше розв'язану задачу узгодження проєктних характеристик СТРП із масою БПЛА, допустимим перевантаженням, необхідною кінцевою швидкістю, вимогами до старту та конструктивно-компонувальною схемою системи;
2. подальший розвиток підходів до вибору матеріалів елементів прискорювача з одночасним урахуванням міцнісних, масових, технологічних і вартісних критеріїв та обґрунтування можливості використання частини товщини корпусу як внутрішнього теплозахисного шару;

3. подальший розвиток принципів створення тяговимірjuвальних комплексів для короткочасних імпульсних режимів роботи СТРП малих БПЛА;
4. обґрунтування доцільності застосування термопластичних зв'язувальних систем твердих ракетних палив як технологічної альтернативи традиційним термореактивним системам.

Що у сукупності підтверджує наукову новизну дисертаційної роботи.

Практичне значення результатів роботи

Практичне значення визначається створенням взаємопов'язаного комплексу методик, алгоритмів, конструктивних рішень та експериментальних засобів. Розроблено алгоритм вибору способу запуску; методику визначення проєктних характеристик СТРП; тяговимірjuвальний комплекс для двигунів тягою до 50 кН; лінійку універсальних прискорювачів із сумарним імпульсом 2589–10594 Н·с; універсальну перехідну раму для інтеграції прискорювача з БПЛА різних типів.

Достовірність інженерних рішень підтверджено стендовими випробуваннями, під час яких коефіцієнт варіації не перевищив 1,15 %, та кидковими випробуваннями макета. Практичне використання результатів засвідчено актами реалізації ПрАТ «РАМЗАЙ» від 19.03.2026 р. і ТОВ «ФЛАЙТ КОНТРОЛ» від 06.04.2026 р., а також актом впровадження у навчальний процес ДНУ імені Олеся Гончара від 03.05.2026 р.

Результати захищено двома патентами України на корисну модель та подано дві заявки на винаходи.

Що у сукупності підтверджує практичну цінність дисертаційної роботи.

Аналіз змісту та структури дисертації

Дисертаційна робота Добродомова Олександра Олександровича має логічно побудовану структуру та складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Послідовність викладення матеріалу відповідає поставленій меті та забезпечує перехід від аналізу стану проблеми до розроблення методичних положень, їх розрахунково-експериментальної перевірки та практичної реалізації запропонованих рішень.

У вступі обґрунтовано актуальність створення мобільних та автономних систем запуску малих безпілотних літальних апаратів, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, наведено використані методи, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Особливу увагу приділено необхідності системного узгодження характеристик БПЛА, умов старту, параметрів прискорювача, конструкційних матеріалів і технологій виготовлення.

У першому розділі проведено аналіз сучасних способів запуску БПЛА, класифікації літальних апаратів за масою та конструктивно-компонувальних схем розташування твердопаливних ракетних прискорювачів. Розглянуто форми і конструкції паливних зарядів, технології їх виготовлення, матеріали основних елементів прискорювача та особливості експериментального визначення характеристик СТРП. За результатами аналізу визначено область раціонального застосування твердопаливних прискорювачів та сформовано вихідні вимоги до подальших досліджень.

Другий розділ присвячено розробленню системного підходу до проектування твердопаливних стартових прискорювачів. Запропоновано методичні підходи до визначення проєктних характеристик СТРП для різних схем їх розташування відносно БПЛА, обґрунтовано вибір матеріалів корпусу, заглушок і критичного перерізу сопла. Також проаналізовано сучасні й перспективні зв'язувальні речовини твердих ракетних палив та обґрунтовано

можливість застосування термопластичних систем як альтернативи традиційним термореактивним матеріалам.

У третьому розділі виконано розрахунково-експериментальну валідацію запропонованих методичних підходів. Проведено розрахунок товщини корпусу з урахуванням використання його частини як теплозахисного шару, здійснено порівняльний аналіз характеристик зв'язувальних речовин та розроблено тяговимірювальний комплекс для вогневих випробувань прискорювачів тягою до 50 кН. Розглянуто питання визначення вектора тяги, метрологічного забезпечення та калібрування тензодатчиків, а також розроблено алгоритм вибору способу запуску БПЛА. Отримані експериментальні результати підтвердили працездатність технічних рішень та адекватність розрахункових підходів.

У четвертому розділі наведено приклад практичного синтезу конструкторсько-технологічних рішень при створенні стартових прискорювачів. Розроблено універсальну перехідну раму для інтеграції СТРП із різними типами БПЛА та обґрунтовано параметри лінійки з чотирьох типорозмірів прискорювачів. Проведено стендові, кидкові та натурні випробування, за результатами яких підтверджено відповідність основних енергетичних і тягових характеристик розрахунковим значенням, стабільність виготовлення прискорювачів та практичну придатність запропонованої методики.

Загальні висновки дисертації логічно узагальнюють результати, отримані у всіх чотирьох розділах, відповідають поставленим завданням і підтверджуються розрахунковими та експериментальними дослідженнями. У них відображено результати розроблення алгоритму вибору способу запуску, методики визначення параметрів СТРП, тяговимірювального комплексу, лінійки універсальних прискорювачів і перехідної рами, а також наведено відомості про практичне впровадження та патентний захист розробок.

Зміст дисертації є завершеним, структурованим, послідовним і відповідає вимогам до виконання дисертаційних робіт. Матеріали кожного розділу взаємопов'язані, а отримані результати формують цілісну науково-методичну та практичну основу створення твердопаливних стартових прискорювачів малих безпілотних літальних апаратів, що засвідчує особистий внесок здобувача у галузь знань 13 Механічна інженерія.

Повнота опублікування та апробація результатів

За даними дисертації, основні результати опубліковано у 9 основних наукових працях, з яких 5 статей надруковано у наукових фахових виданнях України категорії «Б» (одна стаття одноосібна), а також у 15 матеріалах міжнародних наукових конференцій, з яких 2 індексуються у базі Scopus. Тематика публікацій охоплює стендову базу, характеристики палив, геометрію зарядів, матеріали та синтез стартових систем. Результати доповідались на міжнародних і всеукраїнських конференціях, зокрема International Astronautical Congress та конференціях «Людина і космос».

Наведені публікації й апробація загалом достатньо відображають основні положення роботи.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень

Достовірність положень перш за все підтверджується коректним застосуванням відомих законів механіки та ракетної балістики, зіставленням аналітичних і програмних розрахунків, калібруванням вимірювального тракту, стендовими вогневими випробуваннями і кидковою перевіркою. Отримана збіжність розрахункових і експериментальних результатів свідчить про придатність запропонованих методик для інженерного проєктування в дослідженому діапазоні параметрів. Крім того достовірність отриманих

положень підтверджується публікацією матеріалів дисертаційного дослідження у фахових виданнях України.

Мова та стиль викладення

Роботу викладено українською мовою в науковому стилі. Матеріал подано переважно послідовно, ілюстративний матеріал пов'язаний із текстом, висновки до розділів відображають отримані результати.

Академічна доброчесність

За результатами аналізу дисертаційної роботи та публікацій автора порушення академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі відсутні, про що свідчить висновок перевірки на плагіат за допомогою спеціалізованої програми StrikePlagiarism. За результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги (унікальність тексту 94,9%), можна зробити висновок, що дисертаційна робота Добродомова Олександра Олександровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації та плагіату.

Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Зауваження та дискусійні положення

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу в цілому, слід висловити такі зауваження та побажання:

1. У роботі наведено значний обсяг конструктивних рішень, однак для універсальної перехідної рами бажано було б додатково подати

узагальнену таблицю обмежень за масою, геометрією, centruванням і допустимими навантаженнями.

2. Порівняння результатів ProPER 3 та аналітичних розрахунків доцільно доповнити поясненням причин розбіжностей і вказівкою, які саме параметри паливної композиції найбільше впливають на прогнозований питомий імпульс.
3. Експериментальну частину посилило б наведення повної процедури калібрування.
4. Мають місце поодинокі стилістичні та технічні огріхи зокрема друкарська помилка на титульному аркуші, які не впливають на сприйняття роботи.

Наведені зауваження мають переважно уточнювальний і дискусійний характер, не заперечують достовірності основних результатів, не знижують наукової та практичної цінності роботи й можуть бути враховані автором у подальших дослідженнях.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Добродомова Олександра Олександровича на тему «Синтез ефективних конструкторсько-технологічних рішень створення твердопаливних стартових прискорювачів малих безпілотних літальних апаратів» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальну науково-прикладну задачу синтезу ефективних конструкторсько-технологічних рішень створення твердопаливних ракетних прискорювачів малих БПЛА.

За актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю, практичним значенням, повнотою опублікування результатів, структурою та змістом дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти,

наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

Рецензент:

Кандидат технічних наук, доцент
кафедри двигунобудування Дніпровського
національного університету імені Олеся Гончара

Сергій БОНДАРЕНКО

Підпис доцента Сергія БОНДАРЕНКО засвідчую:

Проректор з наукової роботи
Дніпровського національного університету
імені Олеся Гончара

Кандидат біологічних наук, доцент



Олег МАРЕНКОВ