

ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ СУБОРБІТАЛЬНИХ РАКЕТ-НОСІЇВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

Владислав Пророка

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6884-3934>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Микола Дронь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0682-8004>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Ілля Лук'яненко

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4128-4377>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Олексій Кулик

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2913-4462>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Вступ

Суборбітальні ракети-носії (СРН) та ракети військового призначення є окремими класами літальних апаратів, що вирішують різні задачі і потребують відмінних підходів при їх проектуванні. Конструкція СРН не розрахована на здійснення різких маневрів та відповідних польотних режимів навантаження, які вимагаються від ракет військового призначення. У той же час, як показує закордонний досвід, між СРН та ракетами військового призначення може встановлюватися тісний взаємозв'язок, що полягає у обміні ракетними технологіями та використанні СРН у допоміжних задачах не пов'язаних з безпосереднім нанесенням ураження потенційному противнику. Це означає, що СРН можуть дати поштовх розвитку розробок військової тематики.

Огляд найбільш перспективних напрямків застосування

З відкритих джерел відомо, що військово-промисловий комплекс України у питаннях розробки ракетних озброєнь має достатньо проблем, зокрема це стосується далекобійних ракет та реактивних систем залпового вогню. Особливо гостро ці проблеми проявилися у ході повномасштабного вторгнення, коли значну частину потреб Збройних сил довелося закрити за рахунок озброєнь, переданих іншими

державами [1]. Наразі Україна не має на озброєнні жодного сучасного оперативно-тактичного ракетного комплексу (ОТРК). Тим більше, відсутні потужніші зразки озброєння – балістичні ракети малої та середньої дальності. І якщо розробка останніх може мати певні юридичні нюанси, то жодних перешкод створенню ОТРК наразі немає. Практично відсутня інформація і про вітчизняні розробки гіперзвукових озброєнь, якими останнім часом активно займаються держави, що мають найбільші армії світу.

Існує багато прикладів успішного створення ракетних двигунів твердого палива (РДТП), які можуть використовуватися одночасно як для СРН, так і для ракет військового призначення [2]. Даний підхід дає переваги, що полягають у скороченні матеріальних затрат на розробку та створенні можливостей для відпрацювання рішень у складі СРН, що призначені для подальшого застосування у ракетних озброєннях. Поряд з цим, реалізація запропонованої ідеї дозволяє вирішити проблемне питання утилізації РДТП, гарантійний строк придатності яких добігає кінця. Утилізація таких двигунів може відбуватися прямим застосуванням за призначенням – використанням у якості рушійної установки СРН для вирішення відмінних від військових задач. Натомість, замість вилучених, на бойове чергування чи на збереження можуть бути прийняті нові РДТП. Схожу ідею запропоновано у джерелі [3].

Як показує огляд сучасних СРН, існує достатня кількість прикладів як рідкопаливних, так і твердопаливних СРН, що мають високі енергетичні можливості – здатні доставляти корисні вантажі масою у сотні кілограмів на висоти до 700 км і навіть вище [4]. Для ракет військового призначення доцільним буде зробити акцент на ракетних двигунах твердого палива (РДТП) – військові ракети на рідкому паливі існували загалом до винайдення твердих палив та були більшою мірою витіснені у зв'язку із проблемами, пов'язаними із експлуатацією та перебуванням рідиннопаливних ракет на бойовому чергуванні протягом тривалого часу [5]. Тому, усі сучасні ОТРК, так само як і значна частина СРН використовують у якості рушійної установки РДТП. Наведемо основні характеристики сучасних ОТРК (див. Таблицю 1 [6-11]). Як бачимо, незважаючи на достатньо значний розкид ОТРК по дальності та масі бойової частини, стартова маса таких ракет лежить у межах 1,7–3,5 тон, а діаметри у межах 600–900 міліметрів. Найбільш показовим параметром, що відображає енергетичні можливості РДТП є його сумарний імпульс. Цей інтегральний параметр показує, яку тягу здатна створювати двигунна установка та протягом якого часу здатен працювати двигун, що є ключовою умовою вирішення тої чи іншої задачі. Як можна побачити, сумарний імпульс

РДТП сучасних ОТРК лежить у межах 2000-3000 кН·с. При цьому сумарний імпульс найпотужнішої на даний момент СРН Махус становить 27558 кН·с [12], тобто є вищим на один порядок. Загалом, якщо мова йде про найближчий «бойовий відповідник» СРН Махус, то ним є індійська балістична ракета малої дальності Агні-1 [13], що дозволяє говорити про перспективність створення спільних РДТП для СРН не лише з ОТРК, а і більш потужних ракетних озброєнь.

Таблиця 1 – Основні характеристики сучасних ОТРК [6, 11-16]

Характеристика	Назва ОТРК					
	Точка-У [6]	АГАСМС [7]	Іскандер-М [8]	Lora [9]	Yıldırım [10]	Fateh-110 [11]
Країна походження	СРСР	США	РФ	Ізраїль	Туреччина	Іран
Максимальна дальність, км	120	300	500 (650?)	430	150	300 (500?)
Маса бойової частини, кг	482	227	480		450	650
Сумарний імпульс, кН·с	2700	1912	-			
Середня тяга, кН	96	38,3	-			
Стартова маса, кг	2010	1670	3800	1700	2100	3450
Питома тяга, с	236	260	-			
Діаметр ракети, мм	650	610	920	652	600	610
Довжина ракети, мм	6410	3960	7200	5200	6100	8860
Паливо	Сумішеве	Сумішеве	Сумішеве	Сумішеве	Сумішеве	Сумішеве

Аналогічно ОТРК перспективною виглядає ідея уніфікації РДТП СРН та зенітних ракет систем протиповітряної та протиракетної оборони. Дійсно, СРН та зенітні ракети мають подібну траєкторію близьку до вертикалі. Однак, існують певні складнощі реалізації такого рішення. По-перше, для зенітних ракет все ж необхідне виконання маневрів, особливо при скороченні відстані до цілі, що має бути уражена. По-друге, максимальна швидкість зенітних ракет є екстремально високою. Наприклад, ракети 9М82 та 9М83 зенітно-ракетного комплексу С-300 мають максимальну швидкість у 5М та 7,5М відповідно [14]. Для польоту СРН такі швидкості є неприйнятними через високі значення перевантажень, що зумовлює обмеження для роботи приладів, що встановлюються на СРН. Також це призведе до різкого збільшення маси конструкції СРН – проектні параметри СРН будуть далекими від оптимальних значень. Крім того, вимоги створення екстремально високої швидкості зенітних ракет потребує вибору твердого ракетного палива з високою швидкістю горіння. Тому таку ідею

на даному етапі можливо реалізувати тільки для ураження повітряних цілей, що летять з невеликими швидкостями – наприклад, деяких дронів-камікадзе.

Актуальним питанням у контексті розвитку українських ракетних озброєнь є розробка власних систем керування польотом. Зв'язок із СРН тут можна простежити у питаннях відпрацювання систем керування в умовах реального польоту, а також у ситуаціях, коли самі СРН також потребують керування у польоті. Зв'язок із СРН тут можна простежити у питаннях відпрацювання систем керування в умовах реального польоту, а також у ситуаціях, коли самі СРН також потребують керування у польоті.

При створенні систем керування, окрім безпосередньо розробки алгоритмів керування та їх матеріальної реалізації у відповідному пристрої, важливими є питання відпрацювання датчиків системи орієнтації при роботі під дією різних режимів навантаження та відповідних їм перевантажень, вібрацій, теплових режимів роботи, реакції літального апарату на корекції органів керування тощо. Відпрацювання систем керування польотом у складі СРН дозволить штучно створювати у польоті умови, необхідні для проведення повного поетапного тестування розроблених систем керування у відповідності до встановленого технічного завдання.

Ще одним можливим рішенням, яке можна реалізувати за допомогою СРН є моделювання ракетних атак [3], що є необхідним при розробці систем протиракетної оборони (ПРО), що так само є надзвичайно актуальним для захисту держави від можливих проявів військової агресії. У випадку, якщо тестуються лише системи виявлення та спостереження ворожих об'єктів, завдяки можливості багаторазового використання ракет такого типу теоретично можна значно скоротити рівень затрат на цьому етапі відпрацювання систем ПРО. При переході до етапу відпрацювання процесу ураження повітряних цілей засобами активного впливу систем ПРО (протиракетами), СРН також можуть виступати у якості ракет-мішеней, щоправда без реалізації багаторазовості. Це може бути доцільним через те, що вартість СРН зазвичай є значно меншою за військові ракети, що пов'язано з більш жорсткими вимогами до експлуатації бойових ракет. Ілюстрацією ефективності запропонованого рішення може бути широко відомий «норвезький інцидент», коли у 1995 році випущена дослідницька ракета Black Brant XII була сприйнята російською системою попередження про ракетний напад у якості бойової [15]. Існує ряд прикладів успішної реалізації цієї ідеї під час навчань держав, що входять до блоку НАТО [16].

Успішне ведення бойових дій на сучасному етапі неможливе без

ефективних засобів розвідки, що дозволяє прогнозувати подальші дії противника. Для цього використовують різноманітні засоби військового зондування та аерофотозйомки [17]. Аерофотозйомка з широкою смугою спостереження розміром до десятків квадратних кілометрів може здійснюватися за допомогою пілотованих та безпілотних літальних апаратів. Перевагами цих засобів є надвисока якість зображення та помірна вартість (особливо для БПЛА). У той же час, враховуючи наявність у будь-якої сучасної армії засобів боротьби із повітряними цілями існують великі ризики ураження даних літальних апаратів. Широко застосовуються для отримання розвіданих військові супутники. Дані засоби здатні забезпечувати ширину смуги спостереження у тисячі квадратних кілометрів. Перевагами цього способу отримання даних є низька вартість за одне зображення та можливість збору інформації протягом тривалого часу. У той же час, наявність військових супутників на орбіті вкрай важко забезпечити за відсутності засобів для їх виведення у держави, в інтересах якої вони працюють, адже дані апарати потребують достатнього рівня секретності.

Перспективною виглядає ідея застосування СРН у якості засобів для зондування у військових цілях. СРН здатні заповнити нішу між літаками й БПЛА з одного боку та військовими супутниками з іншого, забезпечуючи ширину смуги спостереження розмірами у сотні квадратних кілометрів [17]. У порівнянні з БПЛА та літаками можливо реалізовувати запуски СРН на власній території не ризикуючи втратою літального апарата. Крім того, СРН можна використовувати багато разів завдяки наявності на їх борту системи порятунку. До недоліків використання СРН для вирішення цієї задачі слід віднести порівняно невеликий час спостереження – у межах однієї години у випадку повільного спуску на парашуті та високу вартість запуску СРН у порівнянні з БПЛА і, як наслідок, високу вартість одного зображення.

Створення гіперзвукових озброєнь – один з найперспективніших напрямів розвитку ракетних озброєнь. Політ на гіперзвукових швидкостях супроводжується надвисокими навантаженнями та високими температурами, адже відбувається у доволі щільних шарах атмосфери. Створення наземних комплексів для відпрацювання зразків такої техніки потребує екстремально високих матеріальних витрат, а іноді є просто неможливим з точки зору реалізації. Потужні СРН здатні досягати гіперзвукових швидкостей, і, як наслідок, замінити більшу частину наземної інфраструктури для експериментального відпрацювання таких озброєнь, тим самим скоротивши загальну вартість проекту. На даний момент уже існують приклади успішної реалізації такого рішення [18].

ВИСНОВКИ

Суборбітальні ракети-носії можуть бути успішно застосовані для вирішення задач у сфері безпеки та оборони. Одним з найбільш перспективних напрямків реалізації даного рішення є створення РДТП, що можуть виконувати задачі як у складі ракет військового призначення, так і СРН, що дозволяє скоротити матеріальні затрати на їх розробку та у подальшому позбавитися проблемного питання утилізації РДТП, гарантійний строк придатності яких добігає кінця.

СРН являють собою платформу для відпрацювання рішень, що у подальшому можуть бути застосовані для різного роду озброєнь. Зокрема, до таких задач належать розробка власних систем керування польотом, гіперзвукові озброєння тощо. СРН також можуть бути адаптовані під задачі зондування у військових цілях, що у комплексі з розвідувальними БПЛА та військовими супутниками здатні стати ефективним інструментом підвищення загального рівня засобів розвідки.

ПОСИЛАННЯ

1. Залужний, В. Ф., & Забродський, М. В. (2022). Перспективи забезпечення воєнної кампанії 2023 року. Український погляд. Українське національне інформаційне агентство "Укрінформ". <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3566165-misia-bez-nadii-poteplinna-u-berlini-ta-vizionerstvo-vid-es.html>.
2. NASA sounding rockets user handbook (NASA/TP–20230006855). (2023). Greenbelt. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20230006855/downloads/NASA%20TP%2020230006855%202023.05.08.pdf>.
3. Noga, T. (2021). Suborbital rockets in safety & defense applications. *Safety & Defense*, 7(2), 65–79. <https://doi.org/10.37105/sd.146>.
4. Ceglia, E. (2005). European users guide to low gravity platforms. Erasmus User Centre and Communication Office, ESA.
5. Clark, J. D. (1972). *Ignition!: An informal history of liquid rocket propellants*. Rutgers University Press.
6. *Тактический ракетный комплекс 9К79-1 Точка-У*. (2019). [Missilery.info](https://missilery.info). <https://missilery.info/missile/tochka>.
7. ATACMS operational-tactical missile system | [Missilery.info](https://missilery.info). (2020). [Missilery.info | Missile database. Descriptions and specifications.](https://en.missilery.info/missile/atacms) <https://en.missilery.info/missile/atacms>.
8. Iskander / SS- 26. (2018). [GlobalSecurity.org](https://www.globalsecurity.org/wmd/world/russia/ss-26-specs.htm). <https://www.globalsecurity.org/wmd/world/russia/ss-26-specs.htm>.
9. Оперативно-тактический ракетный комплекс LORA.

Missilery.info. <https://missilery.info/missile/lora>.

10. YILDIRIM (J-600T) | Weapons parade YILDIRIM (J-600T) SSM missile. (2022). Weapons. Parade. <https://weaponsparade.com/weapon/j-600t-yildirim/>

11. Iran Press. (2022). Fateh 110 ballistic missile. [iranpress.com. https://iranpress.com/content/67779/fateh-110-ballistic-missile](https://iranpress.com/content/67779/fateh-110-ballistic-missile).

12. Castor motor series. (2016). Propulsion products catalog. ©Northrop Grumman. Approved for Public Release OSR No. 16- S- 1432. <https://www.northropgrumman.com/wp-content/uploads/CASTOR-Motor-Series.pdf>.

13. Design characteristics of India's ballistic and cruise missiles. (2014). NTI | Building a Safer World. https://www.nti.org/wp-content/uploads/2021/09/design_characteristics_of_india_ballistic_cruise_missiles.pdf.

14. Anti-aircraft guided missiles 9M82 (9M82M) and 9M83 (9M83M) (2022). Missilery.info: <https://en.missilery.info/missile/c300v/9m83>.

15. The Norwegian rocket incident (the black brant scare) - center for arms control and non-proliferation. (2022). Center for Arms Control and Non-Proliferation. <https://armscontrolcenter.org/the-norwegian-rocket-incident-the-black-brant-scare/>.

16. Macdonald, B. K. (2016). Hebrides rocket launch: The space milestone we almost missed. BBC News. <https://www.bbc.com/news/uk-scotland-highlands-islands-35482244>.

17. Suborbital reusable vehicles: A 10-year forecast of market demand. (2012). the Federal Aviation Administration Office of Commercial Space Transportation and Space Florida. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/suborbital_reusable_vehicles_report_full.pdf.

18. Trevithick, J. (2021). Warnings posted for a peculiar french ballistic missile test in the Atlantic. The Drive. https://www.thedrive.com/the-war-zone/40334/warnings-posted-for-a-peculiar-french-ballistic-missile-test-in-the-atlantic_