

ЗАТВЕРДЖУЮ

Генеральний директор

ДП «КБ «Південне»

Дмитро ГРИЦАК

2026р.



ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне і практичне значення
результатів дисертації**

на тему: **УДОСКОНАЛЕННЯ ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ
ЖИВЛЕННЯ РУШІЙНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ
ЕНЕРГОМАСОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ**
здобувача наукового ступеня доктора філософії Хомяка Вадима
Олександровича

з галузі знань

13 Механічна інженерія

за спеціальністю

134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Попередню експертизу проведено на засіданні секції НТР КБ-2 11 червня
2026 року, протокол №2

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

1. Актуальність теми дослідження. Кількість запусків ракет-носіїв
(РН) для виведення космічних апаратів (КА) збільшилась майже втричі. Так в
2020 р. було виконано 114 запуски, а вже в 2025 р. – рекордні 324. Головними
гравцями на ринку космічних є такі виробники як SpaceX (США), CASC
(Китай), Росія, Rocket Lab (Нова Зеландія), Arianespace (ЄКА), ISRO (Індія),
Японія (JAXA). Окрім цих компаній до «космічної спільноти» прагнуть
долучитися і інші фірми PLD Space (Іспанія), Isar Aerospace (Німеччина),

RFA (Німеччина), Blue Origin (США), Relativity Space (США), Land Space (Китай), Skyroot Aerospace (Індія), Gilmour Space (Австралія) та інші. Така конкуренція на ринку космічних послуг відіграє ключову роль в розвитку технологій, впровадженні нестандартних технічних рішень, пошуку варіантів оптимізації енергомасових характеристик та потенційному зменшенні собівартості виведення корисного навантаження.

Одним із ключових і актуальних напрямків оптимізації конструкції є покращення енергомасових характеристик пневмогідравлічних систем (ПГС) живлення рушійних установок (РУ), тому що їх загальна маса може досягати до 20-40% від сухої маси ракети-носія (РН). ПГС живлення РУ є однією з головних систем РН, яка є багатофункціональною за використанням та складається з багатьох інших систем/підсистем. Тому комплексне дослідження, спрямоване на покращення параметрів систем попереднього наддування, забезпечення працездатності критичних елементів ПГС і впровадження нових функціональних підсистем – пасивації, є актуальною науково-прикладною проблемою, вирішення якої сприятиме збільшенню маси корисного навантаження (КН), підвищенню надійності та відповідності перспективних українських РН сучасним міжнародним стандартам.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. В основу дисертаційного дослідження покладено узагальнені результати отримані автором у процесі виконання науково-дослідних робіт в ДП «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля у межах наступних тематичних планів:

2. «Концепція Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України на 2021-2025 роки», схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 р. №15-р:

- «Стратегія розвитку космічної діяльності України на період до 2033 року», розпорядження Кабінету Міністрів України № 100 від 21.05.2025;
- Програми і проекти Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне ім. М.К. Янгеля».

3. **Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності систем живлення рушійних установок шляхом оптимізації параметрів роботи систем та елементів ПГС живлення, впровадження нових функціональних підсистем.

Об'єктом дослідження є гідрогазодинамічні процеси в баках і магістралях, що визначають ефективність і працездатність елементів пневмогідравлічних систем живлення, а також методи їх математичного моделювання та експериментального дослідження.

Предметом дослідження є пневмогідравлічні системи живлення рушійних установок ракет-носіїв та їх підсистеми (системи попереднього та основного наддування, газові магістралі з компенсаторами, системи пасивації).

4. Наукова новизна отриманих результатів.

В дисертації одержані такі нові наукові результати:

- Розроблено комплексно-аналітичний метод підвищення енергомасових характеристик РН Дніпро за рахунок покращення початкових параметрів ПГС, шляхом зменшення початкового вільного газового об'єму, обмеження температури заправки компонентами палива, допрацювань технології заправки з урахуванням зібраних та оброблених автором статистичних експериментальних даних, отриманих в широкому діапазоні на різних етапах випробувань РН.

- Обґрунтовано та експериментально підтверджено принципи побудови систем попереднього наддування баків ракет-носіїв шляхом впорскування самозаймистих компонентів палива (АТ-НДМГ). Наведено критерій виключення некерованих «стрибків» тиску у баку пального. Досліджено вплив швидкості подачі впорскування компонента палива на кут розпилення (в залежності від тиску його подачі) та зроблені рекомендації щодо конструкції та розташування екранів блоків наддування.

- Удосконалено методику гідрогазодинамічного моделювання взаємодії струменя газу з вільною поверхнею рідини для визначення геометричних параметрів каверни (глибини занурення, висоти витісненого КП) в паливних баках РН, що дозволяє з високою точністю прогнозувати можливе затоплення внутрішньобакових пристроїв витісненим компонентом палива, чим забезпечується оптимізація внутрішньобакових процесів і, як наслідок, підвищення надійності та енергомасової ефективності. Отримано новий коефіцієнт перерахунку з модельних умов (повітря-вода) на штатні (гелій, азот, гас, рідкий кисень, АТ, НДМГ).

- Вперше зроблено узагальнюючий аналіз ~50 видів конструкції розпилювачів СН (розробки ДП «КБ «Південне»), як головного їх елемента, який визначає ступінь досконалості процесів в середині баків і цим самим основні параметри систем наддування. Описані особливості конструкції розпилювачів, вимоги до їх розробки, класифікація, порядок розробки для різних типів СН. Наведені їх характеристики (геометричні розміри, швидкості введення газу в баки) і схеми конструкцій, притаманні для баків окиснювача та горючого першого і другого ступенів РН.

– Удосконалено та апробовано досить простий та оперативний метод оцінки працездатності газових компенсаторів магістралей ПГС, який передбачає застосування газодинамічного моделювання для обґрунтованої заміни штатного дорогого робочого тіла (гелію) на дешевший газ (повітря або азот) під час технологічних випробувань. Отримано новий коефіцієнт моделювання витрати гелію на азот.

– Вперше проведено комплексне узагальнення та наукове обґрунтування принципів функціонування систем пасивації відпрацьованих ступенів РН (на прикладі РН «Зеніт» та «Циклон»), як нової функціональної підсистеми ПГС, яка підвищує функціональну досконалість систем живлення та експлуатаційну безпеку. Розкрито фізичну картину внутрішньобакових процесів під час скидання (динамічне переміщення залишків палива, закономірності зміни тиску в баках під час скидання, фазові переходи рідини в баках, сублімація, створення тягових зусиль під час витікання потоків газу та рідини у вакуум). За результатами аналізу унікальних льотних випробувань підтверджено ефективність реалізованих схем у боротьбі з космічним сміттям.

5. Практичне значення отриманих результатів є таким:

Отримані в дисертації наукові результати мають таке практичне значення:

– За провідною участю автора удосконалено та запатентовано конструкцію блоку наддування (UA133728) для системи попереднього наддування, яка забезпечує регулювання параметрів впорскування та гарантовано виключає аварійні «стрибки» тиску, що підвищує надійність експлуатації ПГС.

– Впровадження комплексно-аналітичної методики визначення раціонального початкового вільного газового об'єму паливного бака, обмеження по температурі заправки компонентів палива та допрацювань технології заправки для РН «Дніпро» дозволило збільшити масу корисного навантаження на 5-10% під час виконання контракту з виведення супутника Iridium, що є підтвердженням кількісним показником підвищення енергомасової ефективності ПГС живлення РУ.

– Удосконалена методика оцінки працездатності газових компенсаторів із використанням імітаційних робочих тіл (повітря/азот замість гелію) дозволила істотно зменшити матеріальні витрати на проведення холодних технологічних випробувань агрегатів автоматики та пневматичних зборок.

– Узагальнений досвід та класифікація конструкцій розпилювачів систем наддування впроваджено в практику проєктування ДП «КБ «Південне», що скорочує терміни розробки та підвищує обґрунтованість вибору конструктивних параметрів нових виробів.

– Розроблено та успішно реалізовано у складі РН «Зеніт» і «Циклон» системи пасивації відпрацьованих ступенів (захищені патентами України за провідною участю автора UA118552 та UA108131). Це забезпечило експлуатаційну безпеку, виконання міжнародних вимог і норм щодо обмеження утворення космічного сміття, а отримані експериментальні дані становлять значний практичний інтерес для проєктування аналогічних систем на перспективних ракетах-носіях.

6. Використання результатів роботи.

Результати проведених досліджень застосовуються у Державному підприємстві «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля» при проєктуванні та розробці ПГС живлення РУ, систем наддування паливних баків, технологічних продувках компенсаторів газових магістралей та розробці систем пасивації відпрацьованих ступенів РН (підтверджено актами впровадження).

7. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі, висвітлено в 26 наукових працях, серед яких 6 статей у фахових виданнях України, включених до наукометричних баз *Ulrich's Periodicals Directory*, *WorldCat*, *Index Copernicus*, *CrossRef*, *Vernadsky National Library of Ukraine*, *ResearchBible*, *Ouci*. Без співавторства виконано 1 статтю. У матеріалах наукових конференцій і збірниках тез доповідей опубліковано 9 праць. Патентів України на винахід – 3. Патентів України на корисну модель – 3. Свідоцтв авторського права на твір (комп'ютерна програма розрахунку) – 2. Свідоцтв авторського права на твір (технічний звіт) – 1. Учбово-методичний посібник – 1.

В статті [5], опубліковані без співавторства та присвяченій огляду стану розвитку систем наддування паливних баків РН, здобувачеві належать розробка концепції статті, проведення аналізу впроваджених нестандартних рішень спрямованих на підвищення енергомасових характеристик РН, розгляд переваг та недоліків різних типів систем наддування, розроблення загальних висновків для наступних досліджень.

Статтю [1], опубліковану в співавторстві, присвячено результатам «холодного» відпрацювання системі живлення рушійної установки та її підсистем верхнього ступеня РН Циклон-4. В цій публікації здобувачеві

належать розробка концепції статті, участь у проведенні стендових випробувань, визначення режимів випробувань системи наддування, обробка експериментальних даних, визначення ступеню відновлення парів компонентів палива в паузах, аналіз результатів випробувань та порівняння їх з результатами розрахунків.

Статтю [2], опубліковану в співавторстві, присвячено функціональним випробуванням пневмосистеми розділення головного обтічника. Здобувачеві належать розробка концепції статті, участь у проведенні функціональних випробувань, обробка та аналіз експериментальних даних, розробка методології розрахунку параметрів, аналіз результатів експериментального відпрацювання та порівняння їх з результатами розрахунків.

Статтю [3], опубліковану в співавторстві, присвячено дослідженню параметрів розпилювачів системи наддування ракет носіїв розробки ДП «КБ «Південне». Здобувачеві належать розробка концепції статті, узагальнення та аналіз конструкцій розпилювачів газу наддування, обробка експериментальних даних, проведення розрахунків.

Статтю [4], опубліковану в співавторстві, присвячено методам оцінки працездатності компенсаторів газових магістралей ПГС. Здобувачеві належать розробка концепції статті, удосконалення методу оцінки працездатності компенсаторів, визначення важливого коефіцієнту перерахунку з штатного газу (гелій) на більш дешевий (азот) для зменшення витрат під час проведення технологічних продувок.

Статтю [6], опубліковану в співавторстві, присвячено вибору функціональних елементів системи розділення РКП Циклон-4М, в ній розглянуто різні типи елементів розділення, проведено аналіз їх енергомасових характеристик. Здобувачеві належать розробка концепції статті, літературний огляд, проведення порівняльного аналізу, розробка рекомендації для подальшого впровадження, визначення основних параметрів роботи елементів.

Дисертаційну роботу виконано у відділі проектування рушійних установок ракет на рідкому паливі, розроблення малих літальних апаратів Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля».

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, експерти дійшли висновку, що дисертаційна робота Хомяка Вадима Олександровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів

мають посилання на відповідне джерело. Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення. Особиста участь автора полягає в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі, в аналізі та пошуку літературних джерел інформації, розробці наукової гіпотези та методики наукових досліджень, оформленні та узагальненні роботи, участі у виконанні аналітичної частини, аналізі та обґрунтуванні отриманих результатів, формулюванні висновків і рекомендацій, підготовці отриманих матеріалів до публікацій та оприлюднення даних, щодо наукового дослідження відповідно до плану та теми дисертаційної роботи.

Апробація наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі, здійснювались здобувачем особисто при методичній і науковій підтримці наукового керівника, академіка Міжнародної академії астронавтики, заслуженого винахідника України, к.т.н. головного наукового співробітника відділу проектування русійних установок ракет на рідкому паливі, розроблення малих літальних апаратів ДП «КБ «Південне» Логвиненко Анатолія Івановича.

Особистий внесок здобувача підтверджено представленими документами і науковими публікаціями.

8. Перелік публікацій за темою дисертацій із зазначенням особистого внеску здобувача у разі співавторства.

Статті, опубліковані в виданнях, які на дату їх опублікування внесені до переліку фахових наукових видань України

№ п/п	Прізвище, ім'я, по батькові автора	Назва публікації	Назва видання, де опубліковано публікацію	Рік, том, номер (випуск), перша-остання сторінки публікації	Web-сторінка публікації
1.	Хомяк В.О.	Стан розвитку систем наддування паливних баків РН	Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки.	2023. Том XXXIII. С. 78-87	https://doi.org/10.15421/472313
2.	Логвиненко А.І., Мінай О.М., Хомяк В.О.	Результати проектних та теоретичних досліджень параметрів розпилювачів	Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки.	2022. Том XXXI. С. 58-73	https://doi.org/10.15421/472214

		наддування ракет носіїв.			
3.	Хомяк В.О. Логвиненко А.І.,	Метод оцінки працездатності компенсаторів газових магістралей ПГС.	Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки.	2022. Том XXXI. С. 74-80	https://doi.org/10.15421/472215
4.	Хомяк В.О., Макаренко, А.А., Логвиненко А.І.	Вибір функціональних елементів системи розділення ступенів РКП Циклон-4М.	РАКЕТНА ТЕХНІКА. РАКЕТНЕ ОЗБРОЄННЯ.	2024, вип. 1. С 61-71	https://doi.org/10.33136/stma2024.01.061

9. Структура та обсяг дисертації.

Дисертація включає вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел, що налічує 115 найменування, та 8 додатків. Загальний обсяг роботи становить 171 сторінку. У роботі представлено 63 рисунків і 13 таблиць.

10. Оцінка мови і стилю дисертації.

Дисертаційна робота Хомяка Вадима Олександровича написана грамотною українською мовою, має змістовну цілісність, послідовність та завершеність. Стил викладення матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі.

11. Ступінь наукової зрілості.

Під час виконання дисертаційної роботи за час навчання в аспірантурі Хомяк Вадим Олександрович проявив високий рівень наукової підготовки, вміння поставити задачу, обґрунтувати шляхи її вирішення та практичної реалізації. Хомяк Вадим Олександрович володіє сучасними методами експериментальних досліджень, характеризується високою працездатністю, ініціативністю та наполегливістю.

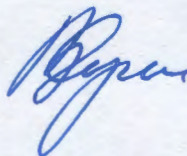
Вважати, що дисертаційна робота Хомяка Вадима Олександровича «УДОСКОНАЛЕННЯ ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ РУШІЙНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕНЕРГОМАСОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ», яку подано на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною

цінністю, змістом та оформленням, повністю відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля» зі спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Рекомендувати:

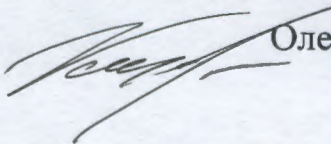
Дисертаційну роботу «УДОСКОНАЛЕННЯ ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ РУШІЙНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕНЕРГОМАСОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ», подану Хомяком Вадимом Олександровичем на здобуття ступеня доктора філософії до захисту.

Заступник Генерального директора
з наукової діяльності
ДП «КБ «Південне», к.т.н.



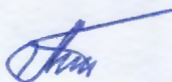
Володимир СІРЕНКО

Заст. голови секції НТР
головного конструкторського
бюро



Олександр КОЗЛОВСЬКИЙ

Учений секретар,
к.т.н.



Лариса ПОТАПОВИЧ