

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Євгена Сергійовича Болюбаша

на тему «Удосконалення системи розділення ракетно-космічних елементів за

допомогою піротехнічних пристроїв»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 13 Механічна інженерія

за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Євгена Сергійовича Болюбаша присвячена вирішенню важливої науково-технічної задачі – визначенню проектних параметрів лінійного кумулятивного заряду (ЛКЗ), вивченню закономірності зміни глибини проникнення кумулятивного струменю (КС) в залежності від величини фокусної відстані ЛКЗ та розробці методик експериментального визначення даних параметрів.

Актуальність представленої дисертаційної роботи обумовлена значною увагою, яку приділяють зниженню вартості запусків, зменшенню маси ракетних систем і космічних апаратів, при одночасному забезпеченні найвищого рівня надійності та безпеки польотів. Автор вирішує це шляхом вдосконалення проектування систем розділення ступенів ракети-носія та систем аварійного припинення польоту з використанням лінійного кумулятивного заряду. Розглядається процес розділення конструктивних елементів ракет сучасної багатошарової конструкції, де перший (силовий) шар є металевим (з алюмінієвого сплаву 2219), а наступні складаються зі спеціальних захисних покриттів у вигляді композиційних матеріалів. Існує нагальна необхідність дослідження проектних параметрів ЛКЗ саме для таких типових для ракетно-космічної техніки багатошарових перешкод.

Таким чином, оптимізація визначення типорозміру ЛКЗ і фокусної відстані для перешкоди зі сплаву 2219 та багатошарового композиційного матеріалу, безперечно є актуальною темою для ракетно-космічної галузі.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 236 сторінок.

У вступі розкрито актуальність теми, її зв'язок з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету, об'єкт та предмет досліджень. Висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів досліджень. Також приведено інформацію, щодо апробації матеріалів дисертації.

У першому розділі проведено науково-технічний аналіз джерел інформації про типи систем розділення елементів ракетної техніки. Проаналізовано ЛКЗ та особливості формування і проникнення КС.

У другому розділі здобувачем проведено огляд використаних у роботі матеріалів та виконано аналіз наявних підходів до моделювання для дослідження залежності глибини проникнення КС від фокусної відстані. Визначено контрольовані, некеровані та збурювальні фактори, що впливають на процес проникнення КС у перешкоду. Розроблено нову методику та алгоритм експериментального визначення фокусної відстані та глибини проникнення КС у перешкоду.

Третій розділ присвячено теоретичному дослідженню визначення фокусної відстані і глибини проникнення КС. Виконано аналіз класичної гідродинамічної теорії кумуляції та наявних розрахункових моделей глибини проникнення КС. Уточнено розрахунок глибини проникнення КС ЛКЗ, що поєднує гідродинамічний підхід з урахуванням напівемпіричних коефіцієнтів впливу фокусної відстані, технологічних факторів та загального коефіцієнта корекції. Розроблено уніфіковану дослідну конструкцію, яка дозволяє моделювати умови функціонування системи розділення та проводити дослідження глибини проникнення КС для перешкод різного типу.

Четвертий розділ присвячено експериментальному визначенню фокусної відстані і глибини проникнення КС ЛКЗ на напівнескінченній перешкоді. Верифіковано методику експериментального визначення фокусної відстані та

глибини проникнення КС в перешкоду. Вперше розроблено математичну модель глибини проникнення КС ЛКЗ у напівнескінченну перешкоду з алюмінієвого сплаву марки 2219.

У п'ятому розділі виконане дослідження розділення багатошарової перешкоди лінійним кумулятивним зарядом. Вперше розроблено методику визначення раціонального типорозміру ЛКЗ із нормованого ряду, що забезпечує гарантоване розділення багатошарової перешкоди. Вперше розроблено математичну модель для визначення еквівалентної товщини багатошарової перешкоди. Методику апробовано та верифіковано для ЛКЗ з напівциліндричною кумулятивною виїмкою для багатошарових перешкод.

В додатках приведено оцінка функціональних груп виконавчих елементів системи розділення методом лінійного згортання частинних критеріїв, оцінка впливу термічного розширення конструкції в польоті на величину фокусної відстані, вимірювання глибини проникнення КС в напівнескінченну перешкоду з алюмінієвого сплаву марки 2219, акти впровадження наукових і практичних результатів досліджень у виробничому та навчальному процесах ДП «КБ «Південне», список публікацій здобувача і відомості про апробацію результатів дисертації.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску у науковий напрям галузі знань Механічна інженерія.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

В рамках представленої дисертаційної роботи вперше розроблено методику експериментального визначення фокусної відстані та глибини проникнення кумулятивного струменя ЛКЗ в перешкоду при змінній фокусній відстані в заданому інтервалі.

На основі визначених при науково-експериментальних дослідженнях закономірностей розроблені математичні моделі розрахунків глибини

проникнення КС ЛКЗ з напівциліндричною кумулятивною виїмкою в перешкоди складної геометричної форми шляхом інтеграції гідродинамічного підходу з новими напівемпіричними коефіцієнтами; еквівалентної товщини багат шарової перешкоди та створено нову методику визначення раціонального типорозміру ЛКЗ.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Євгена Сергійовича Болюбаша є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота здобувача написана грамотною українською мовою, має змістовну цілісність, послідовність та завершеність. Стиль викладання матеріалу відповідає прийнятим в науковій літературі.

Дисертаційну роботу оформлено відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 15 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України та 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus. Без співавторства виконано 3 статті. Опубліковані матеріали пройшли кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосуються наукових результатів дисертації.

Результати дисертації були апробовані на 11 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Дисертаційні дослідження виконано на високому науково-технічному рівні. Робота включає основні результати досліджень і дає необхідне уявлення відносно змісту, актуальності, наукової новизни, практичної значимості і достовірності результатів, але слід звернути увагу на наступні зауваження та питання:

1. В третьому розділі у главі 3.4 докладно розписана методика визначення об'єму експериментальних досліджень з розрахунком статистичних показників. Але не наведені значення цих показників, розрахованих для проведених експериментальних досліджень. Є лише остаточний результат кількості випробувань.

2. У четвертому розділі в аналізі результатів експерименту бажано було б об'єднати рисунки 4.4 та 4.5 з побудовою кривих апроксимації мінімального, середнього і максимального значень глибини проникнення КС. В теперішньому стані рисунок 4.4 лише повторює значення з таблиці 4.2 без додавання нової інформації. Так само це стосується рисунків 4.8 і 4.9.

3. У четвертому розділі в оцінці адекватності математичної моделі на рисунку 4.11 наведений розподіл залишків між експериментальними та модельними значеннями глибини проникнення КС. Рисунок побудовано у вигляді лінійного графіка. Сам автор вказує на випадковий розподіл залишків, тому доцільно представити це у вигляді діаграми розсіювання.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційну роботу здобувача ступеня доктора філософії Євгена Сергійовича Болюбаша на тему «Удосконалення системи розділення ракетно-космічних елементів за допомогою піротехнічних пристроїв» виконано

на високому науковому рівні, вона не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань Механічна інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6-9 «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.

Здобувач Євген Сергійович Болюбаш заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Рецензент:

Заступник начальника
науково-експериментального,
випробувального та виробничого відділу
ДП «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля,
кандидат технічних наук



Максим КРАСВ

«30» травня 2025 року

Підпис Максима КРАСВА засвідчую:

Учений секретар ДП «КБ Південне»

Лариса ПОТАПОВИЧ