

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук Гелетія Володимира Миколайовича, доцента кафедри «Технічна механіка і динаміка машин» Національного технічного університету «Львівська політехніка» на дисертацію Петрученко Оксани Степанівни «Обґрунтування параметрів багатошарової захисної конструкції бойових машин на основі нелінійних математичних моделей», яка подана до спеціалізованої вченої ради Д 35.052.06 на здобуття наукового ступеня доктора філософії (кандидата технічних наук) за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Предметом розгляду дисертаційної роботи Петрученко О.С. є розроблення аналітичного методу дослідження процесу ударної взаємодії об'єктів ураження з багатошаровими пластинчастими захисними конструкціями з метою надання рекомендацій, щодо вибору параметрів захисної конструкції для підвищення її рівня захисту.

Незважаючи на значну кількість робіт, у яких розглядалась теорія удару тіл при великих швидкостях і зрозумілу закритість практичних аспектів цієї тематики, комплексне аналітичне дослідження таких складних для математичного опису явищ дозволяє виявити закономірності, які можуть вивести на практичні рекомендації щодо вибору параметрів багатошарової пластинчастої захисної конструкції. У зв'язку з цим тема дисертаційної роботи Петрученко О.С. є безумовно актуальною.

2. Аналіз структури та змісту дисертаційної роботи

Дисертація складається з анотації, списку публікацій автора за темою дисертації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 160 сторінок. Обсяг, структура, якість оформлення та ілюстративні матеріали (рисунок, фото, таблиці) дисертаційної роботи відповідають вимогам до кандидатських робіт.

У *вступі* обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами і планами, сформульована мета та завдання досліджень. Там же описані методи досліджень, наукова новизна та достовірність отриманих результатів, їх практичне значення та впровадження у виробництво та навчальний процес. Відмічені особистий внесок автора в публікаціях за темою дисертаційної роботи та висвітлені її результати на науково-технічних конференціях.

У *першому розділі* (с. 20...34) здобувачем проведений достатньо детальний аналіз стану наукових досліджень і методів аналізу захисних конструкцій військової техніки. Незважаючи на давню історію проведення таких досліджень, в основі яких експериментальні результати і емпіричні залежності, автором обґрунтовано необхідність пошуку нових підходів, які враховували би послідовність етапів взаємодії елемента ураження із захисною конструкцією з врахуванням її фізико-механічних параметрів та структури. Визначено напрямок подальших досліджень у дисертаційній роботі.

Другий розділ дисертації (с. 35...78) присвячений дослідженню динаміки взаємодії елемента ураження з твердим тілом, на яке накладені геометричні обмеження. Попередньо розглядається задача визначення кінематичних параметрів елемента ураження в процесі його руху та в момент зіткнення з перешкодою. Запропонована емпірична формула лобового опору повітря, яка з достатньо високою точністю узгоджується з експериментальними даними.

Процес взаємодії елемента ураження з перешкодою поєднує етапи: проникнення в поверхню металевої пластини її пробивання та виліт. У даному розділі розглядаються перші два етапи, тобто задачі проникнення елемента ураження в поверхню металевої пластини та пробивання ним нерухомої або рухомої пластини.

Здійснено кількісний аналіз взаємодії елемента ураження з рухомою, підпружиненою та нерухомою перешкодою на основі запропонованих автором нелінійних математичних моделей. В результаті чисельного аналізу відмічено, що суттєвий вплив на величину тиску пружного шару на нерухому поверхню

має коефіцієнт нелінійної залежності між величиною сили пружності та деформацією пружного шару. Зменшення величини тиску пружного шару досягається при регресивній залежності між силою пружності та деформацією.

У *третьому розділі* (с. 79...111) розглядається завдання підвищення рівня захищеності об'єкта на основі захисної конструкції з відповідним чином рознесеними елементами (пластинами), які змінюють напрям швидкості елементів ураження і скеровують їх пробивну здатність в сторону від об'єкту захисту. Таке явище відоме як рикошет. Досліджено динаміку ударної взаємодії елемента ураження з металевою пластиною (нерухомою та рухомою), коли має місце явище рикошету. Встановлено, що можлива рухомість металевої пластини сприяє реалізації цього явища. Результати теоретичних досліджень були підтверджені полігонними випробуваннями, де визначались межі ураження за кутом зустрічі кулі з захисною пластиною. Результати теоретичних та експериментальних досліджень показують раціональність використання підпружинення металевих пластин, а також ефективність запропонованої схеми багатошарової захисної конструкції з рознесеними підпружиненими пластинами..

Четвертий розділ дисертаційної роботи (с. 112...137) присвячений оцінці рівня захищеності об'єкта. на основі двошарової захисної конструкції: з тиловим шаром з нелійними пружними властивостями та рознесеними підпружиненими пластинами, розміщених під різними кутами.

Отримано аналітичну залежність для визначення параметрів передньої захисної пластини для підвищенню рівня захищеності об'єкту. Встановлено, що кутова швидкість нутації елемента ураження, після вильоту з пластини, залежить від фізико-механічних властивостей матеріалу пластини та кута між напрямком швидкості кулі і поверхнею пластини. Збільшення кутової швидкості нутації елемента ураження сприяє рухові кулі у вигляді перекидання, що суттєво зменшує її пробивну здатність під час зіткнення з другою (тиловою) пластиною захисної конструкції.

Дисертаційна робота завершується висновками та списком використаних джерел інформації. В додатках (с. 154...160) представлені акти впровадження результатів дисертаційного дослідження.

3. Наукова новизна результатів дисертаційних досліджень

Наукова новизна отриманих результатів дисертаційної роботи полягає в наступному:

- розроблена математична модель та досліджена динаміка нелінійно-пружної взаємодії елементів багаточислової захисної конструкції з підпружиненими пластинами та елементом ураження;

- запропонована математична модель етапів ударної взаємодії елемента ураження із захисною конструкцією (проникнення, пробиття і вильоту) для досліджено характеристик та обґрунтування параметрів захисної конструкції;

- розроблені математичні моделі оцінки рівня захищеності об'єкта на основі двошарової захисної конструкції: з тилловим шаром з нелінійними пружними властивостями та рознесеними підпружиненими пластинами, розміщених під різними кутами.

4. Практичне значення результатів роботи

Розроблені методики та комп'ютерні програми розрахунку оцінки захищеності об'єкта на основі запропонованої двох шарової захисної конструкції з нелінійними пружними характеристиками спрощує процес проектування захисного спорядження, що має важливе практичне значення. Доведені до практичної реалізації теоретичні положення роботи у вигляді нелінійних математичних моделей та алгоритмів дозволяють визначити механічні та геометричні параметри захисних конструкцій з урахуванням як прямого, так непрямого ударів елементів ураження. Методика розрахунку використана при проектуванні експериментального зразка захисної конструкції.

5. Оцінка достовірності та обґрунтованість основних положень дисертації

Достовірність отриманих наукових результатів забезпечена коректністю прийнятих фізичних припущень та математичних формулювань,

використанням широко апробованих методів теорії удару, динаміки руху твердого тіла і програмних продуктів та збіжністю розрахункових та експериментальних результатів. Наукові положень, висновки та рекомендацій дисертаційної роботи є обґрунтованими.

6. Аналіз публікацій дисертаційного дослідження

Основні наукові положення дисертаційної роботи представлені у 23 наукових публікаціях: 9 статей в наукових фахових виданнях України, 1 стаття у виданні, що входять до наукометричної бази, 4 патентах України. Внесок автора у підготовку публікацій, відображених у авторефераті, є визначальним.

7. Зауваження до дисертації та автореферату

- Представлення елемента ураження у вигляді паралелепіпеда потребує більш аргументованого обґрунтування.
- Розділ 4 дисертації дещо перевантажений громіздкими аналітичними залежностями, практична цінність яких без комп'ютерних програм і графічного представлення результатів сумнівна.
- В дисертаційній роботі не міститься посилань на експериментальне підтвердження ефективності двошарової захисної конструкції: з тиловим шаром з нелінійними пружними властивостями та рознесеними підпружиненими пластинами як підтвердження адекватності математичних моделей.
- Текст дисертації та автореферату містить певні неточності і описки. Так в тексті автореферату матеріал експериментальної пластини – Ст4, а в дисертації Ст3.

Вказані зауваження не мають суттєвого впливу на науковий рівень та практичну значущість дисертаційної роботи.

8. Загальний висновок по дисертаційній роботі.

8.1. Дисертаційна робота за змістом і обсягом проведених досліджень є завершеною самостійною науковою працею.

Дисертантом розв'язана актуальна науково-технічна задача – визначення закономірностей ударної взаємодії об'єктів ураження з багатошаровою пластинчастою захисною конструкції з метою вибору її оптимальних параметрів. Отримані автором результати є новими, впроваджені у виробництво та навчальний процес.

8.2. Автореферат ідентично і достатньо повно відображає основні положення дисертаційної роботи

8.3. Дисертаційна робота Петрученко О.С. «Обґрунтування параметрів багатошарової захисної конструкції бойових машин на основі нелінійних математичних моделей» відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів" та вимогам Департаменту атестації кадрів вищої кваліфікації та ліцензування Міністерства освіти і науки України до кандидатських дисертацій.

Вважаю, що Петрученко Оксана Степанівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії (кандидата технічних наук) за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин.

Офіційний опонент кандидат технічних наук,

Доцент

В.М. Гелетій

“ 6 ” 04 2018 р.

Підпис к.т.н. доц. Гелетія В.М. засвідчую.

Взяв(а) участь у захисті дисертації Р.Бурлацький



“ 6 ” 04 2018 р.