

УДК 629.7.051

Андрушко А.М.
Кузнецов В.О.
Андрушко М.В.

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Черкаси, artem.andrushko123@gmail.com

ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПО ВИЗНАЧЕННЮ ХАРАКТЕРИСТИК РІВНЯ ЗАХИСТУ БРОНЬОВАНИХ ЗАСОБІВ

Проведення вимірювань характеристик вибуху є одним із основних питань захисту екіпажу броньованого засобу (БЗ). Використання сучасних інформаційно–вимірювальних систем (ІВС), які мають не складну структуру дозволяє мінімізувати витрати на дослідження (експеримент) та може бути застосована у різних наукових сферах і промисловості [1].

Важливим моментом при розробці заходів протимінного захисту є використання синергетичних методів дослідження для отримання оптимальних геометричних характеристик і забезпечення досягнення бажаних робочих характеристик. Основою розробки сучасних засобів протимінного захисту має бути виявлення впливу вибухової хвилі не лише на конструкцію машини, але й на екіпаж. Випробування на виявлення перевантажень, що діють на екіпаж військової техніки, проводяться відповідно до стандартів протимінного захисту в рамках STANAG 4569 [2].

Проведення вимірювань під час вибуху вимагають застосування сучасних ІВС та є важливою задачею для захисту екіпажу в броньованих та спеціальних транспортних засобах.

Процес вибуху описується, як математична модель з використанням наступних методів моделювання:

- емпіричних досліджень, отриманих під час експериментів з вибухом. Він підходить для імітації елементів конструкції, які піддаються безпосередньому впливу вибухової хвилі, без будь-яких перешкод або ефекту тіні.

- довільного рівняння Лагранжа-Ейлера, яке описує моделювання навколишнього повітря за допомогою об'ємної сітки навколо цільової структури. Алгоритм Лагранжа-Ейлера є трудомістким процесом.

Моделювання об'єкта це складання математичної (числової) моделі, як аналога об'єкта, її вивчення при функціонуванні та імітації різноманітних впливів.

Модель математичного (числового) аналізу включає навколишнє повітря, мінно-вибуховий пристрій (МВП) та дослідний зразок БЗ.

Навколишнє повітря моделюється як ідеальний газ за допомогою лінійного поліноміального рівняння стану.

Матеріальна модель МВП моделюється як вибухова речовина (описується за допомогою рівняння стану).

Модель дослідного зразка БЗ містить усі найважливіші структурні компоненти, такі як броньовані сталеві пластини, колеса, шасі, сидіння пасажирів, входні двері, механізми блокування дверей, болти та зварні шви.

При моделюванні БЗ, який зазнав вибуху МВП використовується неперервність властивостей сферичної сітки із середньою роздільною здатністю. Моделювання для параметричного дослідження плоскої пластини дає результати з достатнім рівнем точності для часу приходу вибухової хвилі, надлишкового тиску вибуху та відбитого імпульсу.

Метою параметричного дослідження є створення основи для моделювання вибуху, яке включає складні геометричні параметри конфігурації. Вибухова реакція конструкції

чутлива до відображеного надлишкового тиску, який діє на поверхні, що піддаються вибуховій хвилі. Але, пік відбитого надлишкового тиску недостатній для вираження динамічного відгуку конструкції. Тривалість надлишкового тиску, а також його зміна в часі відіграють важливу роль у визначенні структурної реакції. Інтеграція зміни відбитого надлишкового тиску по відношенню до часу дає відбитий імпульс.

Теоретично, очікувана захисна здатність визначається як підсумовування для всіх компонентів імовірної не імовірності удару по компоненту, помноженої на імовірність того, що цей компонент чинить опір удару. Компонент, в нашому розумінні, визначається, як частини системи захисту, тобто основні броньовані панелі, а не функціональний компонент, цей термін, як правило, використовується в аналізі вразливості системи. Імовірність враження броньового компонента пропорційна прогнозованій площі компонента на площину, перпендикулярній напрямку загрози. Тоді, очікувану захисну здатність можна визначити, як відношення захищеної області до зони загрози.

Під час детонації МВП під транспортним засобом утворюється вибухова хвиля, яка спричинена вибуховою речовиною. В подальшому вибухова хвиля потрапляє безпосередньо на найближчу ділянку нижньої частини корпусу та відбивається від неї утворюючи надзвичайно великий піковий тиск, який спричинює прискорення корпусу. Вибухова хвиля викликає механічний удар у матеріалі конструкції корпусу, який поширюється зі швидкістю через всю конструкцію БЗ. Цю частину подій можна назвати місцевою реакцією на вибух. Далі вплив вибухової хвилі набуває глобального характеру і розповсюджуються на всю нижню частину корпусу БЗ та спричиняє переміщення (стрибок у повітрі). Загалом після детонації проходить дуже малий проміжок часу перш ніж весь транспортний засіб почне переміщатися і малий коли він досягне максимальної висоти стрибка.

Отже, моделювання взаємодії вибухових хвиль на структуру дослідного зразку є більш складним, ніж моделювання вільного розширення вибухових хвиль у повітрі.

Функція оброблення (фільтрації), експорту у файл вимірювань в режимі реального часу на флеш накопичувачі і зберігання на ноутбучі даних має вирішальне значення в ході проведення вимірювань та реєстрації під час вибуху чи схожих складних умов навколишнього середовища, коли вимірювальне обладнання може бути пошкоджено, або шлях вимірювання може бути зруйнований у будь-який момент.

Таким чином, порівняння експериментально вимірюваних переміщень у різних місцях навколо досліджуваної області показує достатню узгодженість із результатами моделювання вибуху. Дослідження та підхід до захисту екіпажу броньованих та спеціальних транспортних засобів повинно бути ефективним і поєднувати два найважливіших параметри – прискорення та тиск.

Список посилань

1. Андрушко М. В., Кузнецов В. О., Шейн І. В. Розгляд алгоритмів вибору та формування складових бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та реєструючих систем. Особливості їх застосування. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. 2021. № 1(7). С. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.7.2021.01>.
2. ВСТ 01.055.002-2021 (STANAG 4569 Edition 3/ AER-55 Volume 2 Edition C, Procedures for Evaluating the Protection Levels of Armoured Vehicles – Mine Threat, IDT). Захист та забезпечення безпеки ОБТ. Процедури оцінювання рівня захисту броньованих транспортних засобів. Мінна загроза. [Чинний від 2021-10-01]. Київ, 2021. 107 с.