

Давидовський Леонід Сергійович, ад'юнкт, Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України, [davidovskiy14@ukr.net](mailto:davidovskiy14@ukr.net)  
Бісик Сергій Петрович, к.н.т., с.н.с., Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України, [sergey-new@ukr.net](mailto:sergey-new@ukr.net)

## **ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ЕКІПАЖІВ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ПРИ ПІДРИВІ НА МІННО-ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЯХ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОПОГЛИНАЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ В КОНСТРУКЦІЇ СІДІНЬ**

В наш час, поряд з вічним протистоянням засобів ураження та броньових перешкод, стрімко набирає актуальності протистояння бойових броньованих машин (ББМ) з протитанковими мінами та саморобними вибуховими пристроями (далі МВП – мінно-вибухові пристрої). Потреба в захисті від даних засобів ураження постає в асиметричних бойових діях, де беруть участь незаконні збройні формування (НЗФ). Бойові дії на Донбасі показують, що МВП представляють велику небезпеку для екіпажів, так як рівень протимінного захисту ББМ Збройних сил України недостатній. Частка особового складу з вибуховими травмами в ході антитерористичної операції (АТО) за період з початку 2014 р. до початку 2016 р. становить більше 24% [1]. Це значення постійно збільшується і обумовлюється рядом переваг мінної зброї, а в умовах "режиму припинення вогню" дані засоби ураження використовуються все частіше, так як після підриву МВП немає можливості ідентифікувати, ким його було встановлено. У зв'язку з обмеженнями по застосуванню боєприпасів великого калібру, бойові дії в АТО стрімко набирають характер "мінної війни".

Сучасні технології дозволяють створювати бронекорпуси, які можуть витримувати підриви на потужних вибухових пристроях без руйнування. Тоді екіпаж являється захищеним від безпосереднього впливу ударної хвилі та продуктів детонації. Забезпечивши цілісність корпусу, основним поражаючим фактором при підриві залишається так званий «ефект метання» викликаний великим вертикальним прискоренням машини [2]. Запобігти передачі максимального імпульсу на екіпаж можливо за рахунок використання протимінних сидінь з енергопоглинаючими елементами (ЕПЕ). Так як сидіння є елементом конструкції ББМ, що сприймає вибухове навантаження та передає його на організм людини. Конструкція та параметри сидіння визначають значення отриманих людиною перевантажень внаслідок підриву [1].

Цільовою функцією роботи протимінного сидіння є максимальне прискорення, яке необхідно мінімізувати. Тому основну роль тут відіграє не конструкція сидіння, а встановлення в місцях його кріплення елементів, що поглинатимуть енергію вибуху. В автомобільній та авіаційній промисловості розроблено багато варіантів ЕПЕ, але вибухове навантаження суттєво відрізняється від інших ударних навантажень і швидкість його наростання практично миттєва, тому існуючі ЕПЕ матимуть ефект запізнення.

З проведеного аналізу встановлено, що задовільнятимуть такі вимоги ЕПЕ, що в автомобілебудуванні називають крашбоксами - це з'ємні елементи

конструкції, призначені для поглинання енергії удару, спрямованої вздовж осі елемента, шляхом множинної деформації в передбаченій послідовності [1]. Поглинати значну частину енергії удару крашбоксам дозволяє поетапна зміна розмірів його перерізу. Ефект запізнення при спрацюванні, в такому випадку, можна компенсувати наявністю отворів, заглибин та ребер, що будуть ініціювати початок деформації (рис. 1.3).

Отже, завдання зводиться до отримання оптимальної характеристики ЕПЕ, що визначається його здатністю до поглинання енергії і описується залежністю сили спрацювання ЕПЕ від його ходу. Для збільшення поглинання енергії можна збільшувати силу спрацювання і хід ЕПЕ. Проте хід ЕПЕ зазвичай визначається конструктивними обмеженнями і не може бути надто великим, а збільшення сили спрацювання призведе до перевищення граничних значень критеріїв травмування екіпажу. Основним для оцінки реакції системи "людина-сидіння" при підриві ББМ прийнято критерій DRI (Dynamic Response Index) - індекс динамічної реакції хребта по вертикалі [2].

Складність вирішення такого завдання в тому, що кількість енергії, яку має поглинути ЕПЕ визначити точно аналітичним шляхом, забезпечивши при цьому допустимі значення DRI, являється практично неможливим. Так як, необхідно врахувати масу ББМ, кількість вибухової речовини, реакцію корпусу на дію МВП, реакцію системи "людина сидіння" на імпульс від корпусу і реакцію окремих частин організму. Крім того, розгляд загальних принципів нормування ударних прискорень ускладнюється тією обставиною, що людський організм представляє собою не гомогенну, а різнорідну гетерогенну масу [2]. А експерименти з підривами, відносяться до високовартісних, маловивчених та рідкісних. Випробування організуються так, щоб отримати максимум інформації про величини параметрів вибухових навантажень, бо вони, через неможливість їх відтворення при повторних дослідженнях стають в своєму роді єдиними. Тому теоретичні дослідження є обов'язковим етапом перед проведенням натурних випробувань.

Ефективним альтернативним рішенням цього завдання являється застосування числового моделювання в багатокритеріальному програмному комплексі, що дозволяє моделювати швидкоплинні і високонелінійні процеси та проводити параметричні дослідження елементів конструкції ББМ. Представлений на рис.1 алгоритм включає в себе такі етапи моделювання:

Перший - створення скінченно-елементної моделі (СЕМ) корпусу ББМ з спрощеною моделлю сидіння та інтегрованим в нього манекеном НІВРІД ІІІ для визначення виникаючих прискорень на сидінні;

Другий - створення геометричної моделі протимінного сидіння, якою в подальших числових експериментах можливо буде замінити спрощену модель сидіння в СЕМ корпусу ББМ;

Третій - створення геометричної моделі ЕПЕ, конструкція якого передбачатиме можливість монтажу в конструкцію протимінного сидіння. Далі створення розрахункової СЕМ ЕПЕ для параметричної оптимізації обраного варіанту ЕПЕ;

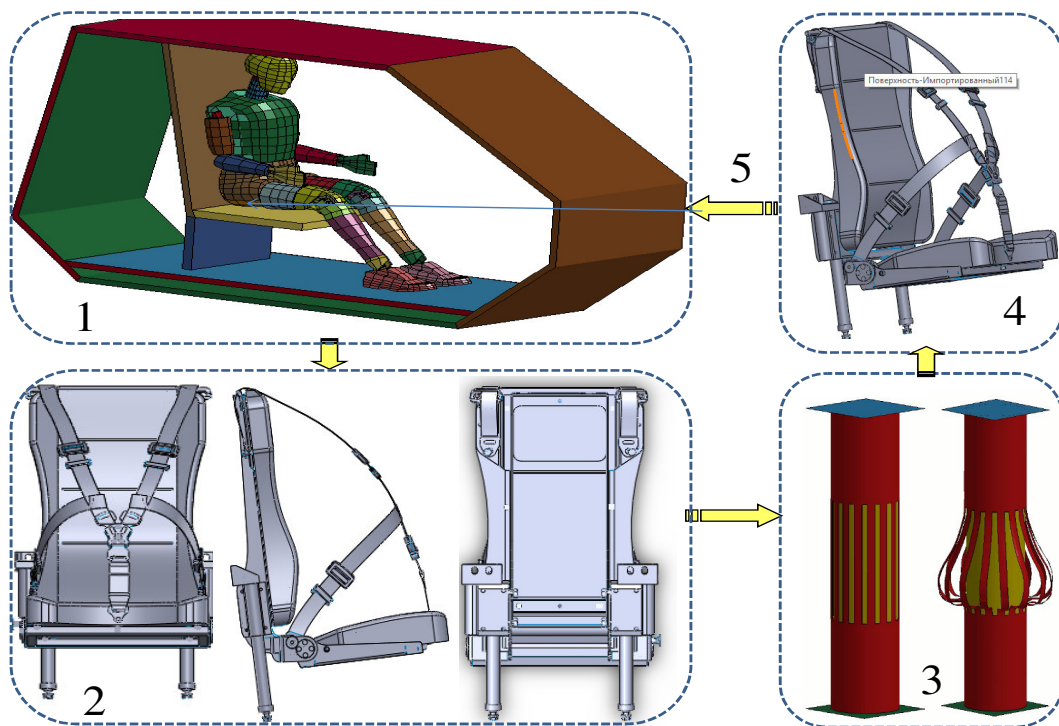


Рисунок 1 - Послідовність процесів моделювання, щодо нормування локальних імпульсних навантажень екіпажів ББМ при підриві на МВП

Четвертий - інтегрування ЕПЕ з оптимальною характеристикою в модель протимінного сидіння;

П'ятий - інтегрування протимінного енергопоглинаючого сидіння з вмонтованим в нього ЕПЕ замість спрощеної моделі сидіння в розрахункову СЕМ корпусу ББМ з манекеном НІВRІD ІІІ, для проведення числового експерименту вибухового навантаження екіпажу при підриві, та визначення значення DRI

Такий підхід слугуватиме основою для розробки типової методики щодо нормування локальних імпульсних навантажень на членів екіпажу ББМ при підриві її на МВП на етапі проектування.

## Література

1. Давидовський Л.С. Формування вимог до протимінних енергопоглинаючих сидінь бойових броньованих машин / Л.С. Давидовський, С.П. Бісик, // Зб. наук. праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – Вип. 2 (61). – К.: ЦНДІ ОВТ, 2016. – С. 18-30.

2. Давидовський Л.С. Аналіз механогенезу травмування екіпажу при підриві бойової броньованої машини на мінно-вибухових пристроях / Л.С. Давидовський, С.П. Бісик /– Військово-технічний збірник. Випуск №13. – Львів: НАСВ, 2015 – с. 34-40.