

УДК 004.942:623.565:623.451.2

ЗАГАЛЬНИЙ КУТ РОЗЛЬОТУ ТА ШВИДКІСТЬ РУХУ ОСКОЛКОВОЇ МАСИ ОСЬОВОГО ОСКОЛКОВОГО ПОЛЯ 30ММ ВИБУХОВОГО ПРИСТРОЮ

Д.О.Сук¹, Ю.М.Сидоренко¹, В.В. Яковенко²

1 - Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

2 - Академія сухопутних військ ім. Гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Кожного дня у світі відбуваються різноманітні терористичні акти за допомогою різних вибухових пристроїв (ВП). Найбільш небезпечним для здоров'я людини є вибух ВП з формуванням осколкового поля. Самі осколки можуть утворюватися як із-за розриву корпусу ВП, так і за допомогою різних готових уражаючих елементів.

Під час проведення вибухотехнічної експертизи, спеціаліст повинен мати відповіді на велику кількість запитань, зокрема оцінити рівень безпеки осколкового поля ВП. В наш час існує багато методів експертної оцінки ВП, але всі вони діляться на дві групи: математичні та експериментальні. Нажаль вартість проведення експериментів з ВП досить висока та пов'язана з високим ризиком для життя експерта, тому найчастіше використовуються математичне комп'ютерне моделювання.

В даній роботі представлено результати математичної оцінки, формування небезпечної зони осколкового ураження 30мм вибухового пристрою різного конструктивного виконання (рис. 1).

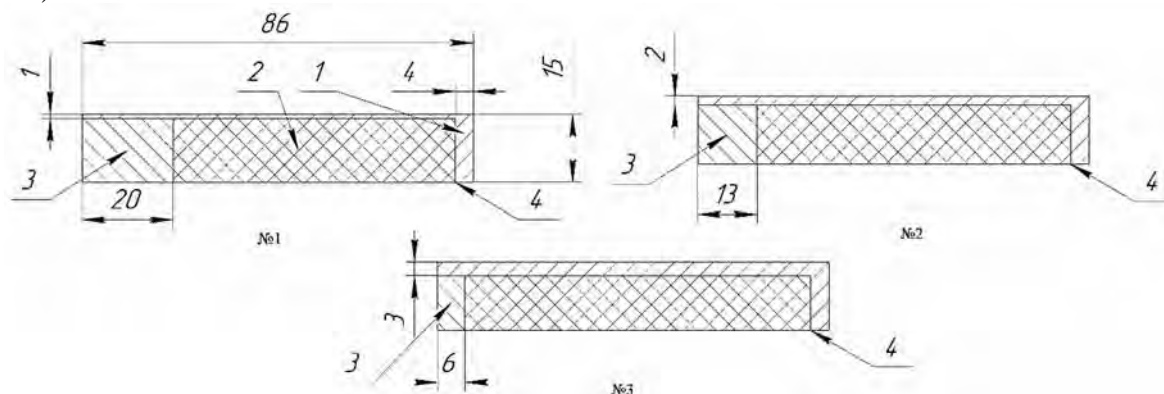


Рис. 1. Розрахункові схеми конструкт 30-мм ВП, що створює осьове осколкове поле:

- 1 – корпус, 2 – заряд вибухової речовини, 3 – осколкові диски,
4 – місце ініціації детонації заряду вибухової речовини

Зміна геометричних розмірів ВП, а саме товщини стінки циліндричної частини несучого корпусу ВП, діаметру основи та довжини твірної циліндричного заряду вибухової речовини (ВР) та переднього осколкового диску природного дроблення, проводилася за умови, що загальна маса ВП та його зовнішній аеродинамічний контур були фіксовані.

Всі представлені на рис. 1 конструкції мають циліндричний корпус 1 товщиною стінки 3, 2, 1 мм із закритим дном товщиною 4 мм. Діаметр його зовнішньої поверхні становить 30 мм. В середині корпусу 1 розміщується заряд вибухової речовини 2 вибухова суміш Н-6 (RDX-40% (гексоген), TNT-30% (тринітротолуол), Al-20%, Wax-10% (пластифікатор) густиною $\rho = 1760 \text{ кг/м}^3$, швидкістю детонації $D = 7470 \text{ м/с}$, тиском на фронті детонаційної хвилі $P_{CJ} = 29 \text{ ГПа}$.

В місці контакту торцевої поверхні заряду ВР та внутрішньої поверхні дна корпусу на їх осі симетрії знаходиться точка ініціації детонації 4. В контакті з протилежним торцем

заряду ВР знаходиться осколковий диск природного дроблення. Схема №1 (рис.1), з умовною назвою 1-20 мм означає, що в контакті із зарядом знаходиться диск товщиною 20 мм, а товщина корпусу ВП 1 мм.

Аналогічно і для інших схем: схема №2, 2-13 мм, диск 13 мм, корпус – 2 мм, схема №3, 3-6 мм, диск – 6 мм, корпус – 3 мм.

Основні масо-габаритні характеристики розрахункових схем ВП наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Основні масо-габаритні характеристики розрахункових схем ВП

№	Позначення схеми	Товщина стінки корпусу, мм	Маса корпусу, г	Маса заряду ВР, г	Товщина осколкового диску, мм	Маса осколкового диску, г	Загальна маса ВП, г
1	3-6	3	185	65	6	33	283,7
2	2-13	2	135	77	13	72	283,4
3	1-20	1	80	89	20	110	279,9

Для таких ВП встановлювалася величина осьової швидкості руху (V_z) та меридіонального кута розльоту (φ) осколків що формуються в результаті метання переднього осколкового блоку природного дроблення.

Для розв'язання поставленої задачі використовувався метод математичного скінченно-елементного моделювання за допомогою комп'ютерної програми "ANSYS/LS-DYNA" [1-2] у континуальній постановці [3].

В математичній моделі задачі розширення продуктів детонації (ПД) заряду ВР описувалось за допомогою рівняння стану у формі Джонса-Уілкінса-Лі (JWL) [4]. Поведінка повітря з початковим значенням густини $\rho_0 = 1,26 \text{ кг/м}^3$ описувалося рівняння стану у формі лінійного поліному [5].

Для матеріалу корпусу металевий блок та осколкових дисків була обрана сталь 20, що має такі параметри: $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$, $E = 210 \text{ ГПа}$, $\mu = 0,33$, $\sigma_T = 288 \text{ МПа}$, $E_T = 1 \text{ ГПа}$.

Значення осьової швидкості руху центра мас осколкового диску визначалася як поведінка зміни V_z в вузлах скінченно-елементної сітки, що

знаходиться на осі симетрії по середині товщини осколкового диску. Значення кута φ розраховувалося методом, який описаний у роботі [6].

Підсумковий розподіл значень швидкості руху для різних конструкційних схем ВП представлено на рис. 2.

За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. При зменшенні маси осколкового диска з 110 до 72г (перехід від схеми №3 до №2) значення меридіонального кута розльоту φ його маси практично не змінюється та становить 46...47 град. Подальше зменшення маси до 33г призводить до суттєвого падіння значення кута розльоту φ - до 39 град.

2. Зменшення маси осколкового диска при переході від схеми №3 до схеми №1 супроводжується лінійним зростанням маси заряду ВР – 12г, на кожен перехід: від схеми №3

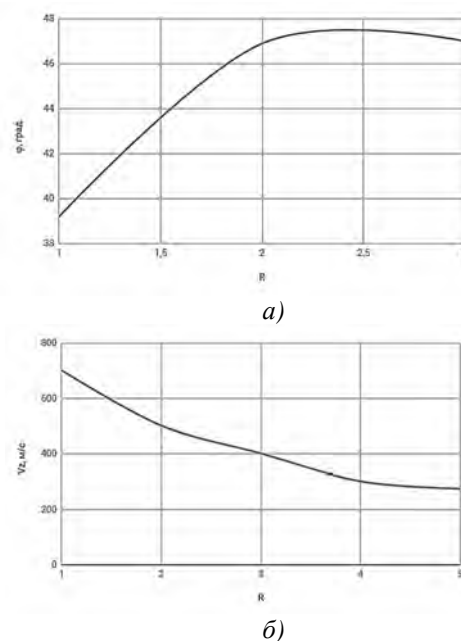


Рис. 2. Підсумковий розподіл значень осьової швидкості руху маси осколкових дисків

до схеми №2 та схеми №2 до схеми №1. Це супроводжується нелінійним зростанням осьової швидкості руху центра мас осколкового диску (за законом параболи).

Список використаних джерел

1. LS-DYNA 971. Keyword user's manual. Livermore software technology corporation (LSTC), 2007. – Volume 1. – 2206р.
 2. John O. Hallquist. LS-DYNA. Theory manual. Livermore Software Technology Corporation. March 2006. – 680р.
 3. Сидоренко Ю.М. К вопросу о влиянии разрушения корпуса осколочно-фугасного снаряда на процесс формирования осколочного поля // Артиллерийское стрелковое вооружение. – 2009. – №2. – С.24-30.
 4. Физика взрыва / С.Г. Андреев, Ю.А. Бабкин, Ф.А. Баум и др. / Под ред. Орленко Л.П. – Изд. 3-е, перераб. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. –Т.1. – 832 с.
 5. Сидоренко Ю.М. Влияние типа контакта между продуктами детонации и металлическим диском на величину его меридионального угла разлета // Наука и образование: научное издание МГТУ им. НЭ Баумана. – 2013. - №8.
 6. Сидоренко Ю.М. Особенности определения параметров зоны поражения осколочно-пучкового боеприпаса // Артиллерийское стрелковое вооружение. – 2007. – №7. – С.38-45.
-