



О. І. Біленко



В. В. Марченко

ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ІМІТАТОРА ЦІЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЇ ЕЛЕМЕНТА, ЩО ВРАЖАЄ, КІНЕТИЧНОЇ ЗБРОЇ НЕСМЕРТЕЛЬНОЇ ДІЇ

На основі аналізу властивостей небіологічних імітаторів цілі обґрунтовано вибір блоків з балістичного пластиліну як імітатора цілі для дослідження дії елементів, що вражають, кінетичної зброї несмертельної дії. Наведені результати попередніх експериментальних досліджень впливу температури балістичного пластиліну «Beschussmasse» на об'єм остаточної порожнини від дії елемента, що вражає. Результати досліджень свідчать про суттєвість такого впливу та необхідність встановлення залежності об'єму остаточної порожнини від температури матеріалу блока та кінетичної енергії елемента, що вражає.

К л ю ч о в і с л о в а : вогнепальна зброя, елемент, що вражає, енергетичні характеристики, термінальна балістика, імітатор цілі, кінетична зброя несмертельної дії.

Постановка проблеми. Відомо, що основою проектування вогнепальної зброї, зокрема стрілецького комплексу, є балістичне проектування. Воно полягає у визначенні таких умов заряджання, які забезпечуватимуть задану дульну швидкість снаряда встановленого калібру та маси без перевищення низки обмежень, серед яких можуть бути максимальний тиск порохових газів у каналі ствола, максимальні значення маси заряду та сили пороху тощо [1 – 3]. Вимоги до дульної швидкості формуються за допомогою методів зовнішньої балістики на основі даних про потрібні енергетичні характеристики елементів, що вражають (ЕВ), у момент зустрічі з ціллю V_C . Отже, правильне визначення V_C є необхідною умовою успішного проектування стрілецького комплексу. Значення V_C залежить від низки чинників, зокрема від калібру ЕВ, його форми і характеристик міцності, а також від механічних властивостей матеріалу (матеріалів) цілі, та визначається в межах термінальної балістики. Методи термінальної балістики для вирішення задач, пов'язаних з бойовою зброєю, викладені у багатьох працях [2 – 8], на сьогодні їх можна вважати достатньо розвинутими.

Винятком є науково-методичний апарат формування вимог до балістичних характеристик спеціальної стрілецької зброї для сил безпеки, зокрема кінетичної зброї несмертельної дії (КЗНД), яка має відмінності від бойової зброї [9]. Однією з таких відмінностей є необхідність забезпечення не лише мінімального значення енергетичних характеристик (кінетичної енергії E_k та питомої енергії $E_{\text{плт}}$) задля забезпечення достатньої дії ЕВ по цілі, а також обмеження максимальних значень зазначених характеристик для виключення смертельних наслідків застосування зброї [10, 11].

На даний час прийнято вважати, що максимально допустимим значенням питомої енергії для КЗНД є $0,5 \text{ Дж/мм}^2$ [12]. Справедливість такої вимоги викликає сумніви вже через те, що вона не прив'язана до ступеня захищеності цілі предметами одягу. Залежно від характеристик одягу (кількість шарів, товщина, щільність, міцність матеріалів тощо) частина енергії ЕВ витратиться на їх руйнування, навіть на переміщення у просторі, що може суттєво вплинути на залишкові енергетичні характеристики при досягненні цілі.

Стосовно значень кінетичної енергії, яка достатня для придушення цілі та небезпечна з погляду на збереження життя, взагалі не має єдиного підходу. Наприклад, у спеціальній літературі та публікаціях зустрічаються достатньо різні значення максимально допустимої для КЗНД енергії – від 35 Дж [5] до 91 Дж [13]. Аналіз балістичних характеристик ЕВ існуючих зразків КЗНД на допустимих відстанях їх застосування свідчить про ще більший розкид енергетичних характеристик [14, 15] (табл. 1).

Таблиця 1 – Значення енергетичних характеристик ЕВ деяких зразків кінетичної зброї не смертельної дії

Вид зброї	Зразок патрона травматичної дії	Мінімальна відстань до цілі			Максимальна відстань до цілі		
		X, м	E_k , Дж	$E_{пит}$, Дж/мм ²	X, м	E_k , Дж	$E_{пит}$, Дж/мм ²
Форт-12Р	Терен-3ФП	5	29	0,46	15	13	0,21
	Терен-3Ф	1	35	0,55	8	14	0,22
РКС-5 «РИНГ»	Терен-3Р	1	25	0,39	8	12	0,19
КС-23	Волна-Р	40	128	0,30	70	40	0,10
Форт-500	Терен-12П	5	80	0,31	35	32	0,13
	Терен-12К	5	9	0,18	15	2	0,04
ПМР	ПНД-9П	3,5	25	0,39	10	10	0,16
Шмайсер АЕ820G	АЕ9	3,5	35	0,55	10	14	0,22

Для багатьох комплексів КЗНД, які мають відносно малий діаметр ЕВ, властива ситуація, коли значення питомої енергії не відповідають критерію 0,5 Дж/мм². Наприклад, питома енергія ЕВ на відстані одного метра від дульного зрізу складає: для револьвера «Корнет-С» з патроном «Терен-3РМ» – від 0,51 Дж/мм² до 0,59 Дж/мм²; револьвера «Корнет-С» з патроном «Терен-3ФР» – від 0,62 Дж/мм² до 0,66 Дж/мм²; пістолета «ППШ 3Т» з патроном «МАС 13×25Т» – від 0,59 Дж/мм² до 0,62 Дж/мм²; револьвера «Safari 820G» з патроном «Форт-РР» – від 0,66 Дж/мм² до 0,71 Дж/мм²; револьвера «Safari 820G» з патроном «МАС» зразка 2009 р. – від 0,87 Дж/мм² до 0,99 Дж/мм² [16].

З наведеного зрозуміло, що вимоги до енергетичних характеристик ЕВ КЗНД потребують уточнення. При цьому необхідно встановити зв'язок між значеннями енергетичних характеристик ЕВ та результатами його руйнівної дії по цілі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Через складність моделювання та необхідність застосування низки припущень вивчення впливу енергетичних характеристик ЕВ на результати дії по цілі прийнято здійснювати емпіричними методами. Для моделювання процесів, що супроводжують формування вогнепальних ушкоджень, впродовж багатьох років в експериментах використовували і продовжують використовувати різні види об'єктів: біологічні та небіологічні [4, 7, 9, 10, 15, 17 – 40].

До біологічних об'єктів віднесені трупи людей (біоманекени) і піддослідних тварин та їх окремі частини (кінцівки, фрагменти тіл, частини туш) [13, 17, 22, 23, 25 – 27, 29 – 32, 34, 35], а також живі піддослідні тварини великої та середньої величини [13, 22, 23, 25 – 28, 31].

Як небіологічні (штучні) імітатори цілі використовують: дерев'яні дошки (сухі соснові дошки завтовшки 0,25 см) [17, 23]; пачки газет (сухих і вологих) [17, 26]; мішки з ганчір'ям [23, 26, 36]; заповнені водою ємності [26]; блоки з желатину та агар-агару [13, 19, 30, 32]; блоки з гліцеринового мила [17, 26]; блоки з петролатуму і парафіну (або їх сплаву) [17, 25, 26]; блоки зі скульптурної глини [17, 25, 26]; блоки з балістичного пластиліну [13, 20, 21].

На думку багатьох авторів, основним критерієм вибору об'єкта для проведення балістичного експерименту має бути його максимальна подібність за сукупністю фізичних властивостей до організму живої людини [22, 37, 38], тобто перевагу слід віддавати тваринам або трупам людини. Але у процесі розвитку термінальної балістики з'явилися підстави для відмови від використання подібних об'єктів як внаслідок етичних розумінь, так і через неоднорідність анатомічних структур організмів людини та тварин, що створює відповідні складнощі для аналізу результатів дослідів.

Один із способів встановлення шуканого зв'язку між характеристиками ЕВ та результатами його дії по цілі полягає в дослідженні дії ЕВ з однаковими енергетичними та іншими характеристиками по біологічній цілі та імітатору цілі з послідовним встановленням відповідності пошкоджень імітатора цілі пошкодженням біологічної цілі. Такий підхід дозволяє проводити великі за статистикою емпіричні дослідження у штучних умовах з різноманітним варіюванням вхідних параметрів на

імітаторах цілей та застосовувати отримані результати для біологічних об'єктів з відповідною експериментальною перевіркою, але шляхом відносно невеликої кількості повторень.

За такого підходу ключовою вимогою до імітаторів цілі є одноманітна реакція на вплив ЕВ з однаковим набором енергетичних та інших характеристик. Очевидно, що відомі імітатори цілі мають різні характеристики як за абсолютними значеннями, так і за стабільністю, тому постає питання вибору раціонального типу імітатора цілі для тих чи інших досліджень.

Мета статті – обґрунтувати вибір імітатора цілі для дослідження дії елемента, що вражає, кінетичної зброї не смертельної дії.

Виклад основного матеріалу. У термінальній балістиці імітатори цілі – це матеріали, які при дії на них ЕВ мають властивості, близькі до властивостей живих тканин людини [25]. У наш час найбільше застосовують такі матеріали.

Желатинові блоки (ЖБ). Складаються зазвичай з 20 % желатину та 80 % води, вони є середовищем з вираженими еластичними властивостями. Щільність ЖБ складає від $1,04 \text{ г/см}^3$ до $1,06 \text{ г/см}^3$, тобто максимально близька до щільності тканин організму людини. Після проходження ЕВ у них утворюється тимчасова пульсуюча порожнина (ТПП), яка (аналогічно тканинам живого організму) після декількох загасаючих пульсацій зникає, залишаючи після себе постійний рановий канал. ЖБ ефективно використовують не тільки для вивчення особливостей вогнепальних поранень, а й для оцінювання тяжкості тупої заброньованої травми. У випадку непробиття бронезилета ЖБ дозволяють за допомогою імпульсної рентгенографії або швидкісної кінозйомки фіксувати процес утворення ТПП, що є їх перевагою. При цьому желатин застигає і твердне при кімнатній температурі протягом тривалого часу (не менше 12 годин). Після вилучення з матриці блоки треба обернути м'якою фольгою, щоб уникнути випаровування води. Термін зберігання ЖБ за нормальної температури (18°C) не тривалий – 2-3 доби, а повторне використання матеріалу обмежене лише одноразовим переварюванням, що негативно позначається на зручності використання та економічності такого імітатора цілі [9, 17].

Мильні блоки (МБ) [4, 7, 9, 15, 39, 40]. Їх виготовляють з гліцеринового мила, яке має щільність від $1,06 \text{ г/см}^3$ до $1,10 \text{ г/см}^3$, що відповідає щільності м'язових тканин організму людини. За основними механічними характеристиками гліцеринове мило подібне до живих тканин. До його переваг слід також віднести пластичність, прозорість, гомогенність структури. Фізичні властивості мила змінюються достатньо повільно в процесі зберігання, тому в період від кількох місяців до одного року МБ можна застосовувати для дослідів без шкоди для достовірності результатів. Гліцеринове мило має переважно властивості пластичного матеріалу, тому в ньому при проходженні ЕВ відбувається практично тільки початкове розширення тимчасової порожнини без її подальшого скорочення, а кульовий канал, що виникає в ньому, лише незначно піддається зворотному розвитку. Майже лінійна залежність між об'ємом остаточної порожнини, що утворює ЕВ, та кінетичною енергією, переданою імітатору цілі від ЕВ [9] суттєво спрощує аналіз результатів експериментальних досліджень. До недоліків МБ слід віднести відносно високу вартість та неможливість повторного використання.

Мішені на основі петролатуму або «мішень П. В. Панкратова» (МП) [7, 10]. Вона складається із суміші петролатуму та парафіну у співвідношенні 3 до 1 (іноді 4 до 1). Перевагою МП є можливість зіставити не тільки розміри кульових каналів, входних та вихідних отворів, а й вивчати зони бічної дії куль, які проявляються у вигляді зони висвітлення маси біля ранового каналу. На основі даного імітатора була розроблена методика оцінювання руйнівної дії куль без використання біологічних об'єктів. Основними недоліками такого імітатора є його висока чутливість до інсоляції та температури навколишнього середовища, а також неможливість відтворення основних фізичних параметрів, властивих живим тканинам, – щільності, в'язкості, міцності [10].

Пластилінові блоки (ПБ) [9, 10, 15]. Їх виготовляють з пластиліну (скульптурної глини). Щільність ПБ складає від $1,4 \text{ г/см}^3$ до $1,6 \text{ г/см}^3$. Пластилін є практично пластичним матеріалом, тому в ньому при проходженні ЕВ відбувається тільки початкове розширення тимчасової порожнини без її подальшого скорочення. Внаслідок цього ПБ придатні лише для вивчення форми та об'єму остаточної порожнини (ОП). Проте ПБ достатньо широко застосовуються як імітатор цілі в методиках вивчення руйнівної дії боєприпасів по цілі та оцінювання заброньованого ударного впливу. Основним недоліком цього матеріалу є висока щільність і відсутність пружно-еластичних властивостей, характерних для м'яких тканин людини. Важливою перевагою пластиліну є здатність

відновлювати первинні характеристики після повторного формування у блок, що дає можливість його багатократного повторного використання. До переваг також можна віднести відносно низьку вартість та доступність.

У зарубіжних методиках як імітатори застосовуються блоки з балістичного гелю, що виготовляється з особливого синтетичного матеріалу (BallisticGel). На думку В. Kneubuehl та ін. [15], до позитивних якостей даного матеріалу можна віднести його прозорість, еластичність та стійкість до впливу факторів зовнішнього середовища. Однак блоки-мішені з синтетичного гелю є достатньо дорогими, також вони не придатні для повторного використання.

Для оцінювання впливу ЕВ на біологічну ціль використовують різноманітні показники.

До групи показників суто механічних пошкоджень відносять: наявність та характер пошкоджень шкіри (синці, садна, розриви, відшарування); глибину проникнення у м'які тканини; наявність проникаючих поранень; наявність ушкоджень кісток та їх характер (тріщини, переломи закриті та відкриті, фрагментація кісток) тощо [22, 24, 26]. Для окремих органів використовують спеціальні показники: внутрим'язові, субплевральні та субендокардіальні крововиливи; крововиливи в паренхіму легень; підкапсульні гематоми паренхіматозних органів черевної порожнини та заочеревинного простору; розриви та розмозження внутрішніх органів; закриті та відкриті травми хребта із пошкодженням спинного мозку та інші [22, 24, 26].

Специфічною групою показників є ті, що характеризують стан організму людини або тварини: контузії різних ступенів; струс головного мозку; гемоторакс; пневмоторакс; гемоперитонеум тощо [22, 24, 26].

Показниками, що характеризують вплив ЕВ на небіологічні імітатори цілі, є здебільшого: глибина проникнення, діаметри вхідного та вихідного отворів, ширина ранового каналу (як функція від довжини), об'єм ОП, об'єм та динаміка змінювання ТПП, змінювання структури імітатора цілі біля ранового каналу.

Зважаючи на необхідність отримання зв'язків між характеристиками ЕВ та результатами його дії по цілі саме для КЗНД достатньо обмежитися показниками впливу ЕВ на біологічну ціль першої групи. При цьому докладно розглядати пошкодження, що призводять до летального результату, не має сенсу. Отже, дослідження об'єму та динаміки змінювання ТПП, а також змінювання структури імітатора цілі біля ранового каналу не є цікавими.

Враховуючи зазначене, використовувати як імітатор цілі деякі матеріали не доцільно. Так, через нетривалий термін зберігання та обмеженість повторного використання матеріалу слід виключити ЖБ.

Відносно висока вартість і неможливість повторного використання МБ та блоків з балістичного гелю робить їх застосування економічно не доцільним.

МП та ПБ позбавлені зазначених недоліків, вони доступні, відносно дешеві, також можливе їх багаторазове повторне використання. Проте не слід забувати про певну невідповідність петролатуму та пластиліну біологічному матеріалу за щільністю. Але для вибраного способу встановлення зв'язку між пошкодженнями імітатора цілі та біологічної цілі вказана невідповідність не має значення.

Порівнюючи з петролатумом, пластилін більш зручний для надання блоку відповідної форми під час повторних використань. Отже, саме ПБ є такими, що найбільше відповідають вимогам поставленого завдання. На сучасному ринку України доступні декілька типів балістичного пластиліну, з яких, на думку фахівців, кращим є пластилін марки «Beschussmasse» (виробник «Carl Weible KG», Німеччина).

Певною проблемою використання будь-якого імітатора цілі є залежність його механічних властивостей від температури. Її зниження призводить до підвищення міцності та зниження пластичності матеріалів і навпаки. Не позбавлений цієї вади і пластилін. Попередні дослідження показали, що з підвищенням температури його пластичність значно зростає, що призводить до збільшення об'єму ОП за незмінності кінетичної енергії ЕВ. На рис. 1 наведена отримана авторами емпірична залежність об'єму ОП від температури балістичного пластиліну «Beschussmasse» для кінетичної енергії зустрічі ЕВ з ціллю 60 Дж.

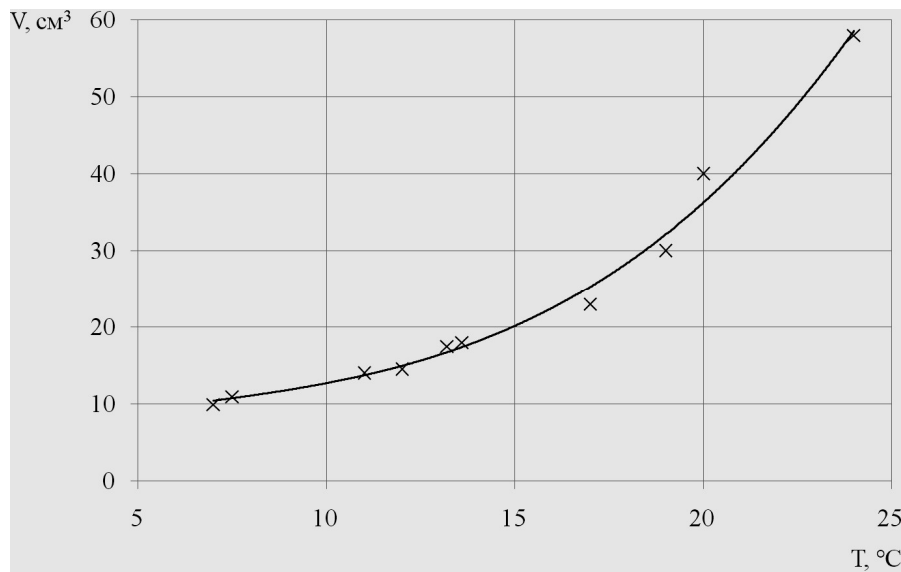


Рисунок 1 – Залежність об'єму остаточної порожнини, що утворює ЕВ, від температури балістичного пластиліну «Beschussmasse» ($E_k = 60$ Дж)

З рисунку видно, що при зростанні температури відносно нормальних умов ($15\text{ }^{\circ}\text{C}$) на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ об'єм ОП збільшується з 20 см^3 до 36 см^3 , тобто на 80% , а при температурі $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ становить 58 см^3 (приріст у $1,9$ разу). Зниження температури ПБ на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ призводить до дещо меншої, але також суттєвої зміни об'єму ОП – його зменшення на 40% .

Проблема ускладнюється тим, що в процесі формування ПБ після його пошкодження ЕВ температура пластиліну може підвищуватися на величину від $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $3\text{ }^{\circ}\text{C}$, якою вже не можна нехтувати. У разі значної кількості повторень експериментальних досліджень, що необхідно для покращення адекватності емпіричної моделі, можливості з витримування ПБ для досягнення температури термокамери або оточуючого середовища протягом необхідного часу (від декількох годин до однієї доби, залежно від розмірів та конфігурації ПБ) практично відсутні. У такому випадку необхідно встановити залежність об'єму ОП від температури матеріалу ПБ та кінетичної енергії ЕВ, що можна вважати напрямом подальшого дослідження.

Висновки

1. Проведено аналіз властивостей небіологічних імітаторів цілі, визначені їх переваги та недоліки.
2. Обґрунтовано вибір блоків з балістичного пластиліну як імітатора цілі для дослідження дії елементів, що вражають, кінетичної зброї не смертальної дії.
3. Наведені результати попередніх експериментальних досліджень впливу температури балістичного пластиліну «Beschussmasse» на об'єм остаточної порожнини від дії елемента, що вражає. Результати досліджень свідчать про суттєвість такого впливу та необхідність його врахування у відповідних емпіричних моделях.
4. Напрямом подальшого дослідження є встановлення залежності об'єму остаточної порожнини від температури матеріалу пластилінового блока та кінетичної енергії елемента, що вражає.

Перелік джерел посилання

1. Внутрішня балістика : конспект лекцій / уклад В. І. Онда. Суми : СумДУ, 2018. 134 с.
2. Блюм М. М., Устимов А. И. Патроны ручного огнестрельного оружия и их криминалистическое исследование. : ВНИИМВД СССР, 1982. 296 с.
3. Данилин Г. А., Огородников В. П., Заволокин А. Б. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию : учебник. СПб. : БГТУ, 2005. 374 с.

4. Калашников В. В., Алексенцева С. Е. Исследование влияния конструкции пули на процесс пробивания стальной преграды. *Вестник Самарского государственного технического университета*. 2009. № 2 (24). С. 99–104.
5. Судебно-медицинская оценка механизма образования огнестрельных повреждений, причиненных эластичными поражающими элементами / Мусин Э. Х., Романько Н. А., Макаров И. Ю., Куценко К. И. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2012. № 55 (3). С. 19–22.
6. Кириллов В. М., Сабельников В. М. Патроны стрелкового оружия. М. : ЦНИИ информации, 1980. 372 с.
7. Балаганский И. А., Мерзневский Л. А. Действие средств поражения и боеприпасов. Н. : НГТУ, 2004. 408 с.
8. Селиванов В. В. Боеприпасы. М. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 551 с.
9. Біленко О. І. Тактико-технічні характеристики стрілецької зброї для сил охорони правопорядку, які підлягають регламентації. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. № 2/10 (62). С. 28–32.
10. Біленко О. І. Розробка тактико-технічних вимог до кінетичної зброї не смертальної дії. *Збірник наукових праць ХУПС*. Харків, 2012. Вип. 1 (30). С. 2–5.
11. Біленко О. І. Формування вимог до розкиду дульних швидкостей металевих елементів кінетичної зброї. *Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України*. Харків, 2013. Вип. 1 (21). С. 16–20.
12. ОУ 78-41-016:2013. Патрони не смертальної дії. Загальні технічні вимоги. Київ : МВСУ, 2013.
13. Парфенов В. Е., Самохвалова И. М. Ранения нелетальным кинетическим оружием. ЭЛБИ-СПб, 2013. 224 с.
14. Пашенко В. В., Черніченко Ю. М. Обґрунтування потреби правоохоронних органів та військових формувань у кінетичній зброї не смертальної дії. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. Харків, 2012. Вип. 19. С. 63–67.
15. Зеркалов Д. В. Защита : хрестоматия. Київ : Наук. світ, 2008. 156 с.
16. Методичні рекомендації щодо визначення альтернативного критерію оцінки уражаючих властивостей куль травматичної дії : звіт про НДР (остаточний). Харківський наук.-дослід. ін-т судових експертиз ім. засл. проф. М. С. Бокаріуса; кер. О. В. Коломійцев, відп. викон. О. М. Герман, В. Г. Нікітюк. № держреєстрації 0116U003869. Харків, 2017. 321 с.
17. Сапелкін В. В. Оптимізація вибору імітатора біологічних тканин при моделюванні вогнепальних поранень, спричинених кулями патрона травматичної дії «Терен-12П». *Криміналістика та судова експертиза*. 2014. № 59. С. 475–484.
18. Гуров А. М., Куценко С. В., Щербак В. В. Диагностические критерии установления вида кинетического снаряда при выстрелах из травматического оружия. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики*. 2011. № 11. С. 297–303.
19. Филипчук О. В., Гуров А. М. Особенности применения баллистического желатина как имитатора биологических тканей человека. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики : зб. наук. пр.* Харків : Право, 2015. Вип. 15. С. 367–373.
20. Травматический диагноз / Озерецковский Л., Гребнёв Д., Головка К., Альтов Д. *Калашников. Оружие, боеприпасы, снаряжение*. 2009. № 9. С. 42–48.
21. Коломійцев А. В., Сапелкін В. В. Определение баллистических характеристик и поражающих свойств патронов самодельного снаряжения калибра 7,62×39. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики : зб. наук. пр.* Харків : Право, 2017. Вип. 17. С. 227–235.
22. Озерецковский Л. Б., Гуманенко Е. К., Бояринцев В. В. Раневая баллистика. История и современное состояние огнестрельного оружия и средств индивидуальной защиты. Калашников, 2006. 374 с.
23. Негодуйко В. В. Діагностика та видалення сторонніх тіл м'яких тканин огнєпального походження (експериментально-клінічне дослідження) : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.01.03. Харків, 2019. 44 с.
24. Озерецковский Л. Б., Тюрин М. В., Денисов А. В. Особенности судебно-медицинской экспертизы при огнестрельных ранениях через бронезилет. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2013. № 3. С. 35–38.
25. Экспериментальное моделирование в современной раневой баллистике / А. В. Денисов и др. *Вестник военно-медицинской академии*. СПб. 2018. № 2 (62). С. 144–149.

26. Попов В. Л., Дыскин Е. А. Раневая баллистика (судебно-медицинские аспекты). СПб. : Гиппократ, 1994. 161 с.
27. C. Humphrey, J. Kumaratilake. Ballistics and anatomical modelling. *A review Legal Medicine*. 23 (2016). Pp. 21–29.
28. James R. Jauchem. An Animal Model to Investigate Effectiveness and Safety of Conducted Energy Weapons. *J Forensic Sci*. March 2010. Vol. 55. No. 2.
29. JTS Chan and RSD Yeung. A study on police bean bag injuries in a pork model. *HongKong j. emerg. med*. April 2003. Vol. 1.0 (2).
30. Study of less lethal projectiles blunt impacts on the thorax by experiments on pig thoracic cages and numerical simulations / Langlet A., Pavier J., Eches N. & Bailly P. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 2015.
31. Nicholas Russell Maiden. The Assessment of Bullet Wound Trauma Dynamics and the Potential Role of Anatomical Models. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. 2014. 150 p.
32. Nicolas Prat a, Fre' de' ricRongierasb , Humbert de Freminville c , Pascal Magnan d , Eric Debord e , Thierry Fusai a , Casimir Destombe a , Jean-Claude Sarron f , Eric J. Voiglio. Comparison of thoracic wall behavior in large animals and human cadavers submitted to an identical ballistic blunt thoracic trauma. *Forensic Science International*. 222 (2012). Pp. 179–185.
33. Dean Dahlstrom, Kramer Powley, DerykPenk. 12 gauge bean bag ammunition penetration. *Journal of the international wound ballistics association*. 2000. Vol 3. No. 3.
34. Леонов С. В., Пинчук П. В., Гоникштейн Ю. Г. Характеристика огнестрельных повреждений биологических имитаторов, причиненных выстрелами из травматического пистолета МР-341 «ХАУДА». *Судебная медицина*. 2019. Т. 5. № 3. С. 15 – 18.
35. Experimental penetration of fragment simulating projectiles into porcine tissues compared with simulants / J. Breeze et al. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 20 (2013). Pp. 296 – 299.
36. Колос О. П. Судово-медична характеристика пошкоджень різних видів тканин (матеріалів) одягу при пострілах з використанням патронів «ПНД-9П», споряджених еластичними кулями. *Військова медицина України*. 2009. Т. 9. № 4. С. 94–101.
37. Денисов А. В. Ультроструктурные изменения костной ткани при огнестрельных ранениях и пути их коррекции : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 09.12.2010. 2010. 20 с.
38. Kneubuehl B. Wundballistik: Grundlagen und Anwendungen [etal.]. Berlin : Springer Medizin Verlag Heidelberg, 2008. 492 p.
39. Drag and tumbling behavior of small caliber projectiles in issue stimulant / B. Janzon et al. *Acta chir. Scand*. 1979. S. 489. Pp. 57–71.
40. Scepanovic D. Steel ball effect – investigation of shooting at blocks of soap. *Acta 40. chir. Scand*. 1979. S. 489. Pp. 71–81.

Стаття надійшла до редакції 18.04.2023 р.

UDC 623.44

O. Bilenko, V. Marchenko

RATIONALE FOR CHOOSING A TARGET SIMULATOR FOR STUDYING THE ACTION OF AN IMPACTING ELEMENT OF A KINETIC NON-LETHAL WEAPON

Due to the complexity of modeling and the need to apply a number of assumptions, the study of the influence of the energy characteristics of the striking element on the results of the action on the target is usually carried out by empirical methods. Various types of objects, both biological and non-biological, have been and continue to be used in experiments for many years to simulate the processes accompanying the formation of gunshot wounds

A method of establishing a connection between the characteristics of the striking element and the results of its action on the target is proposed. The method consists in researching the effect of an impacting element with the same energy and other characteristics on a biological target and a target imitator, followed by establishing the correspondence of the damage of the target imitator to the damage of the biological target.

This approach makes it possible to conduct statistically large empirical studies in artificial conditions with variation of input parameters on target simulators and to spread the obtained results to biological objects with appropriate experimental verification, but through a relatively small number of repetitions.

A key requirement for target simulators is a uniform response to the impact of a striking element with the same set of energy and other characteristics. Known imitators of the target have different characteristics both in absolute values and in terms of stability, so the question arises of choosing a rational type of imitator of the target for certain studies.

An analysis of the properties of non-biological target imitators, including gelatin, soap, plasticine blocks, Pankratov's target, and ballistic gel blocks, was carried out. The choice of blocks made of ballistic plasticine as a target imitator for studying the effect of striking elements of non-lethal kinetic weapons is substantiated.

The results of preliminary experimental studies of the influence of the temperature of ballistic plasticine «Beschussmasse» on the volume of the final cavity due to the action of the impacting element are presented. The research results indicate the significance of such an impact and the need to establish the dependence of the volume of the final cavity on the temperature of the block material and the kinetic energy of the impacting element.

K e y w o r d s : firearm, striking element, energy characteristics, terminal ballistics, target simulator, non-lethal kinetic weapon.

Біленко Олександр Іванович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри оперативного та логістичного забезпечення Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0001-6007-3330>

Марченко Володимир Володимирович – ад'юнкт Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0001-9670-638X>