

Застосування комп'ютерних технологій для розв'язання завдань термінальної балістики

Олександр Коломійцев

кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник
сектору досліджень зброї та вибухотехнічних досліджень,
лабораторія криміналістичних досліджень,
ННЦ «ICE ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса» Мін'юсту України,
м. Харків, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1932-1034>,
e-mail: sashagun@ukr.net

Павел Гіверц

PhD в галузі права, криміналістики і судової експертизи,
експерт Балістичної лабораторії поліції Ізраїлю,
м. Єрусалим, Ізраїль,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4019-5055>,
e-mail: pavel.giverts@gmail.com

Віталій Нікітюк

PhD в галузі економіки, завідувач сектору досліджень зброї
та вибухотехнічних досліджень, лабораторія криміналістичних
досліджень, ННЦ «ICE ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса» Мін'юсту України,
м. Харків, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7937-7334>,
e-mail: nikityuk_sha@ukr.net

Олександр Герман

старший науковий співробітник сектору
досліджень зброї та вибухотехнічних досліджень,
лабораторія криміналістичних досліджень,
ННЦ «ICE ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса» Мін'юсту України,
м. Харків, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6522-9381>,
e-mail: herman30121966@gmail.com

Розглянуто пріоритетне завдання термінальної (ранової) балістики — моделювання процесів високошвидкісної ударно-контактної взаємодії різних видів кінетичних снарядів із в'язко-пружним середовищем. Визначено, що це дає змогу визначити їх уражаючі властивості та розв'язати низку ситуаційних завдань судової балістики.

Ключові слова: імітатори біологічних тканин; кінетичний снаряд; комп'ютерне моделювання; термінальна балістика; уражаючий елемент.

Application of Computer Technologies for Resolving Terminal Ballistics Issues

**Oleksandr Kolomiitsev, Pavel Giverts,
Vitalii Nikitiuk, Oleksandr Herman**

The paper addresses a key task in terminal (wound) ballistics: modeling the processes of high-speed impact-contact interactions between various types of kinetic projectiles and a viscoelastic medium. It has been established that this approach allows for the determination of their effects and the resolution of several situational tasks in forensic ballistics.

Keywords: *biological tissue simulator; kinetic projectile; computer modeling; terminal ballistics; warhead.*

Під час проведення досліджень різних видів кінетичних снарядів виникають питання щодо визначення їхніх уражаючих властивостей, дистанції стрільби, на якій вони спроможні завдати людині поранення того чи того ступеня тяжкості, визначення безпечних дистанцій стрільби, місця, звідки були здійснено постріли, тощо. Певною мірою ці питання можуть бути вирішені на підставі результатів експериментальних стрільб та натурних випробувань із застосуванням мішеней блоків балістичного пластиліну. Проте це потребує наявності відповідного обладнання, зброї, патронів, матеріалів та балістичної траси в умовах тиру або полігона. Окрім того, у деяких випадках взагалі неможливо відтворити реальні або близькі до них умови стрільби та обставини події. У такому разі провести дослідження можна за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. На підставі сучасних досягнень комп'ютерного моделювання можна не тільки визначити параметри внутрішньої та зовнішньої балі-

тики, а й візуалізувати фізичні процеси, які відбуваються в каналі ствола зброї під час пострілу та у вільному польоті кінетичного снаряду.

Проте дослідження особливостей формування вогнепальних поранень людини має низку специфічних труднощів, обумовлених властивостями та структурою біологічних тканин.

Основною проблемою є створення комп'ютерної моделі в'язко-пружного середовища із відповідними характеристиками, яка б повною мірою імітувала фізико-механічні властивості біологічних тканин тіла людини. Позитивне вирішення цього питання відкриває доволі широкі перспективи в дослідженнях уражаючих властивостей кінетичних снарядів будь-якої форми та розмірів за суттєво розширених початкових умовах контакту із ціллю. Це дасть змогу не тільки прогнозувати ступінь та об'єм шкоди, завданої тілу людини тим чи тим кінетичним снарядом, але й розв'язати й зворотну задачу. За наявності достатньої інформації щодо спричи-

неного поранення й установлення конкретного зразка уражаючого елемента можна буде визначити його енергетичні характеристики в момент влучання і за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, призначеного для розрахунків параметрів траєкторії, визначити дальність стрільби й відповідно місце, звідки було здійснено постріл.

Отже, створюється можливість поєднання «внутрішньої балістики», «зовнішньої балістики» та «термінальної (ранової) балістики» в єдиний комплекс, який би дав змогу прогнозувати із доволі високим ступенем достовірності характеристики того чи того кінетичного снаряду від проходження ним каналу ствола зброї, під час його вільного польоту, моменту влучання в ціль до повної його зупинки в тілі або до точки падіння після подолання перешкоди.

Створення комп'ютерної моделі в'язко-пружного середовища постійно стикається із низкою труднощів щодо відтворення анізотропних властивостей біологічних тканин тіла людини й реалізації механізму утворення пошкоджень в умовах високошвидкісної ударно-контактної взаємодії за одночасних деформацій як самого середовища, так і кінетичного снаряда [1, 2].

Проте за допомогою такого спеціалізованого програмного забезпечення кінцевоелементного аналізу, як «LS-DYNA», що застосовується в пакеті «ANSYS», є можливість відтворення фізичних процесів, що відбуваються в блоці балістичного плас-

тиліну під час влучання в нього того чи того уражаючого елемента. Так, за допомогою означеного програмного продукту стало можливим відтворити в динаміці формування каналу пошкодження, яке було завдано кулею 9 мм типу «THV» (із увігнутою очивальною головною частиною) за контактної швидкості 680 м/с (рис. 1).

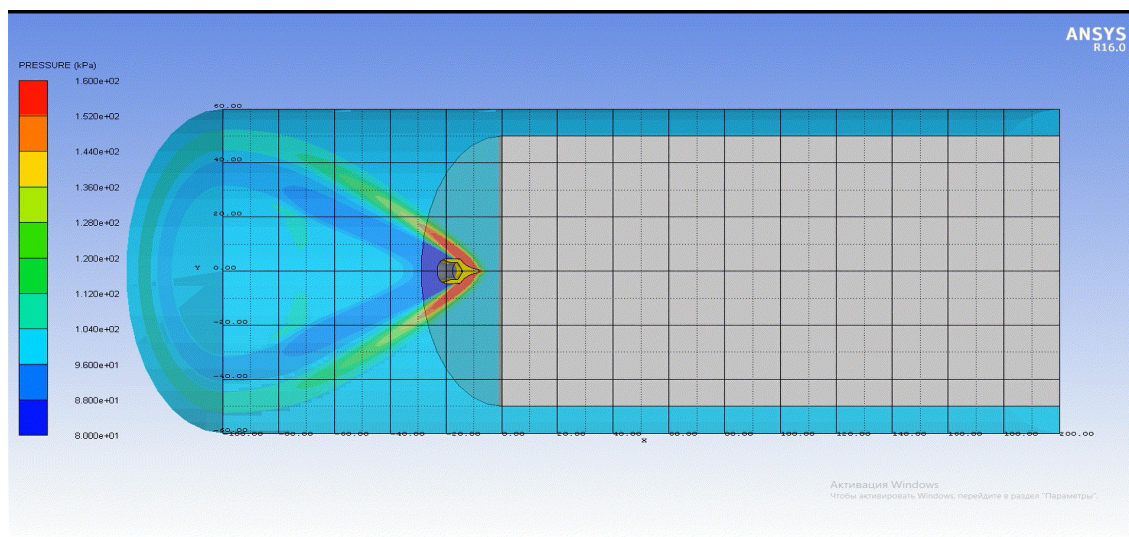
Слід відзначити, що в такий спосіб можна проводити дослідження уражаючих властивостей не тільки куль, вистріляних із вогнепальної зброї, а й таких специфічних кінетичних снарядів, як уламки та готові уражаючі елементи бойових припасів, які мають різну форму та розміри.

Отримані результати натурних випробувань і експериментальних досліджень показали, що застосування новітніх комп'ютерних технологій під час дослідження уражаючих властивостей різних видів кінетичних снарядів є доволі перспективним і універсальним напрямом, оскільки за відповідних початкових умов контактної взаємодії застосування спеціалізованого програмного продукту дає змогу прогнозувати ступень тяжкості та об'єм завданих ушкоджень, а також глибину ранового каналу із доволі високим ступенем достовірності.

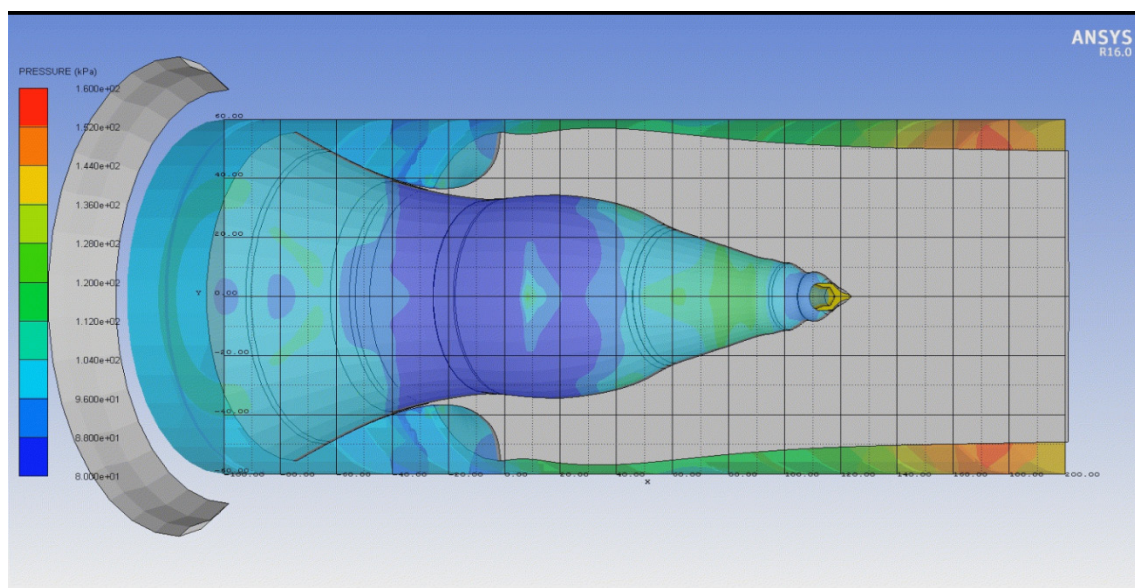
Окрім того, установлені в такій спосіб параметри ефективності дії кінетичних снарядів по біологічних цілях мають вагомий інформаційний значущість та практичне застосування, оскільки дають змогу спрогнозувати з відповідним ступенем достовірності характер і тяжкість завданих ушкоджень.

Результати такого роду досліджень мають практичну значимість не тільки для розв'язання завдань судової балістики та вибухотехніки. Вони також можуть бути застосовані для розра-

хунків ефективності дії по біологічних цілях уламкових і уламково-фугасних бойових припасів та оптимізації засобів ураження, що має пріоритетне значення для обороноздатності країни.



а)



б)

Рис. 1. Приклад застосування пакета «ANSYS» для моделювання процесу формування у в'язко-пружному середовищі каналу пошкодження, завданого в результаті влучання кулі типу «THV» за контактної швидкості 680 м/с;
а) момент влучання кулі у блок; б) формування каналу пошкодження

Перелік джерел посилання

1. Коломийцев А. В., Бойчук И. П., Сапелкин В. В., Сербиненко И. Ю. Использование методов численного моделирования физических процессов для диагностики и оценки поражающих

- свойств пуль травматического действия. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики*. 2011. Вип. 11. С. 311—315. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tpsek_2011_11_44 (дата звернення: 15.09.2024).
2. Бойчук И. П., Коломийцев А. В., Сапелкин В. В. Численное исследование импульсного взаимодействия упругого тела с биологическими тканями. *Современные проблемы математики, механики и информатики* : тез. докл. междунар. школы-конф. «Тараповские чтения — 2013». (Харьков, 29.09—04.10.2013). Харьков, 2013. С. 27—
28. URL: http://theormech.univer.kharkov.ua/abstr2013/%D0%91%D0%BE%D0%B9%D1%87%D1%83%D0%BA_%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%B9%D1%86%D0%B5%D0%B2_%D0%A1%D0%B0%D0%BF%D0%B5%D0%BB%D0%BA%D0%B8%D0%BD_2013.pdf (дата звернення: 15.09.2024).
3. Бойчук И. П., Коломийцев А. В., Сапелкин В. В. Применение цифровых технологий для оценки поражающих свойств крупнокалиберных пуль травматического действия. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики*. 2013. Вип. 13. С. 510—515.