

УДК 343.98:681.5

В. В. Сапелкін, завідувач відділу комісійних судово-медичних експертиз Харківського обласного бюро судово-медичної експертизи,

О. В. Коломійцев, провідний науковий співробітник Харківського НДІСЕ, кандидат технічних наук,

І. П. Бойчук, старший викладач кафедри теоретичної механіки, машинознавства і робомеханічних систем, Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кандидат технічних наук

ЗАПРОВАДЖЕННЯ В ПРАКТИКУ СУДОВОЇ МЕДИЦИНИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО КРИТЕРІЮ ОЦІНЮВАННЯ УРАЖАЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КУЛЬ ТРАВМАТИЧНОЇ ДІЇ

Проаналізовано положення енергетичної концепції оцінювання уражаючих властивостей кінетичних снарядів і встановлено їх неоднозначність відносно куль травматичної дії. Як альтернативний критерій оцінювання уражаючих властивостей таких куль запропоновано довжину (глибину) ранового каналу та встановлено граничне значення цього параметра. На основі означеного критерію можна оцінити відповідні властивості практично всіх видів кінетичних снарядів, що наочно демонструють результати чисельного моделювання фізичних процесів, які відбуваються в біологічних тканинах у момент влучення в них уражаючих елементів.

Ключові слова: крупнокаліберні кулі травматичної дії, чисельне моделювання, уражаючі властивості, величина (глибина) ранового каналу.

Для визначення придатності енергетичної концепції ураження цілі (біологічного об'єкта) для оцінювання відповідних властивостей куль травматичної дії необхідно ознайомитися із її основними положеннями та визначити пріоритетність тих чи інших її параметрів.

Кінетичні снаряди (кулі, картеч, шрот, стріловидні уражаючі елементи тощо) перш за все призначені для ураження живої цілі (біологічних об'єктів) і виведення із ладу чи руйнування матеріальних об'єктів – транспортних засобів, бойової техніки, укриттів, будівель та ін. У зв'язку з цим призначені для цього кінетичні снаряди повинні мати енергетичні характеристики, що забезпечують гарантоване ураження цілі на відповідних дистанціях стрільби. При цьому важливе практичне значення має можливість порівняльного оцінювання убійної, проникаючої, зупиняючої та пробивної дії кінетичного снаряда. Його убійною дією є дія, що забезпечує ураження біологічного об'єкта з метою порушення або припинення життєво важливих функцій його організму. Поряд із убійною дією важливе значення має зупиняюча дія кінетичного снаряда, яка є здатністю при влученні в біологічний

об'єкт миттєво розладити життєві функції його організму й позбавити можливості до подальших дій. Убійна та зупиняюча дії визначаються місцем влучення кінетичного снаряда та обсягом уражених біологічних тканин. Для забезпечення убійної дії кінетичного снаряда необхідно, аби останній володів достатньою пробивною здатністю для проникнення усередину організму та ураження життєво важливих органів. Здатність кінетичного снаряда спричинити uszkodження біологічним тканинам, суміжним із рановим каналом, називається його боковою дією, що суттєво розширяє зону ураження й збільшує ймовірність uszkodження життєво важливих органів організму. При цьому посилюється зупиняюча дія кінетичного снаряда, яка характеризується скороченням часу між моментом влучення в ціль і моментом розладу життєво важливих функцій організму. Характер uszkodження м'язових тканин (комоція, контузія) або руйнування кістяка та інших органів є найбільш достовірними даними при оцінюванні убійної дії різних видів кінетичних снарядів. З урахуванням цього убійна дія кінетичного снаряда може бути охарактеризована величиною її кінетичної енергії в момент влучення в ціль. Для орієнтовного оцінювання загальної уражаючої дії кінетичного снаряда прийнятий параметр AE , який є втратою кінетичної енергії або роботою, яка витрачається кулею під час її влучення в м'язову тканину. На сьогодні норми втрат кінетичної енергії для реалізації мінімально необхідної убійної дії чітко не встановлено, але прийнято вважати, що величина мінімально необхідної для ураження живої цілі втрати снарядом кінетичної енергії становить 30 Дж при подоланні м'язової тканини товщиною 10 см¹.

Також вважається, що для порушення функціонування життєво важливих органів біологічного об'єкта (людини) уражаючому елементу достатньо проникнути на глибину не менше 50 мм².

Енергетична концепція ураження цілі не повністю відображає феноменологію (фізику) взаємодії кінетичного снаряда (кулі) травматичної дії із тканинами біологічного об'єкта. Її основним положенням є визначення спроможності спричинення уражаючим елементом проникаючого поранення в одну із порожнин людського тіла (у порожнину черепа або грудну чи черевну порожнину). Це положення у свою чергу базується на критерії перевищення граничного значення питомої кінетичної енергії, яке дорівнює 0,5 Дж/мм² і є найбільш поширеним для оцінювання уражаючих властивостей різноманітних кінетичних снарядів³. Відповідно до нього, якщо уражаючий елемент має балістичні характеристики в момент зустрічі із цілью, які забезпечують йому значення питомої кінетичної енергії вище за граничне, то він здатний нанести проникаюче поранення із середнім чи тяжким ступенем тяжкості. У разі меншого значення питомої кінетичної енергії за

¹ Див.: Данилин Г. А. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию / Г. А. Данилин, В. П. Огородников, А. Б. Заволокин. — СПб. : Балт. гос. техн. ун-т, 2005. — 374 с.

² Див.: Озерецковский Л. Б. Раневая баллистика / Л. Б. Озерецковский, Е. К. Гуманенко, В. В. Бояринцев. — СПб. : Журнал «Калашников», 2006. — 374 с.

³ Див.: Попов В. Л. Судебно-медицинская баллистика / В. Л. Попов, В. Б. Шигеев, Л. Е. Кузнецов. — СПб. : Гиппократ, 2002. — 656 с.

граничне вважається, що уражаючий елемент нездатний заподіяти проникаючих поранень, і спричинені ним вогнепальні поранення можуть бути класифіковані як такі, що мають легкий ступінь тяжкості. Однак у транзитній зоні параметрів питомої кінетичної енергії (близьких до граничного $0,5 \text{ Дж/мм}^2$) виникають певні труднощі щодо визначення емпіричним методом самої спроможності заподіяння уражаючим елементом таких поранень. При близьких до граничного значення (як у менший, так і в більший бік) виникає ділянка неоднозначності, яка характеризується достатньо високою ймовірністю спричинення кінетичним снарядом як проникаючих, так і не-проникаючих поранень при одному значенні питомої кінетичної енергії, яке близьке до граничного. Для остаточного визначення спроможності спричинення проникаючих поранень такими «низькоенергетичними» кінетичними снарядами травматичної дії необхідне проведення натурних випробувань, що не завжди може бути здійснено в реальних умовах.

Якщо для кінетичних снарядів (куль, картечі та шроту), що використовуються для спорядження патронів до бойової (службової), мисливської чи спортивної зброї, гранична величина питомої кінетичної енергії має другорядне значення, оскільки для них головним є гарантоване ураження відповідної цілі на певній дистанції стрільби, що зумовлено їх досить високими початковими енергетичними показниками, то для кінетичних снарядів травматичної дії цей параметр, відповідно до чинних нормативних документів є головним. Застосування цього критерію для оцінювання уражаючих властивостей куль травматичної дії має певні обмеження, що пов'язано із особливостями механізму взаємодії таких снарядів із тканинами біологічного об'єкта. Це викликано їх конструкцією (особливо формою головної частини) та фізико-механічними характеристиками матеріалів, з яких вони виготовляються.

У процесі зіткнення еластична куля суттєво деформується (сплющується), що призводить до розширення зони контакту й відповідно її площі. Якщо це враховувати, то реальне значення величини питомої кінетичної енергії менше порівняно із її розрахунковим значенням, яке базувалося на величині площі перерізу (міделя) недеформованого уражаючого елемента. Отже, ймовірність спричинення проникаючого поранення зменшується, тоді як за розрахунками куля спроможна заподіяти таке поранення. Однак на характер деформації матеріалу кулі (її еластичність) суттєво впливають навколишнє середовище (особливо температура), а також самі фізико-механічні характеристики матеріалу, які можуть змінюватися від однієї партії постачання компонентів до другої.

Слід урахувати, що на характер спричиненого поранення й глибину його ранового каналу суттєво впливають форма головної частини кулі та її маса. Основна кількість означених кінетичних снарядів являє собою тіла оберту, які мають сферичну або близьку до неї (еліпсоїдну) форму. При зустрічі із ціллю куля хоча й деформується, але через форму головної частини площа ділянки первинного контакту із поверхнею перешкоди менша за площу міделя снаряда. Отже, у міру зростання площі цієї ділянки здійснюються просування снаряда вперед і формування ранового каналу. На його

подальше поглиблення впливає маса снаряда, яка, незважаючи на опір з боку середовища, за рахунок інерції просуває його далі до тих пір, доки сила опору не урівноважить силу інерції руху кулі. Зростання маси снаряда призводить до підвищення ймовірності спричинення ним проникаючих поранень та появи літальних випадків. Таких недоліків, що притаманні кулям із півсферичною головною частиною, не мають кулі із пласкою головною частиною. Площа первинного контакту практично дорівнює площі міделя й у подальшому за рахунок деформації кулі збільшується. Така форма здатна повністю передати кінетичну енергію кулі тканинам біологічного об'єкта та запобігти утворенню проникаючих поранень, але уражаючі елементи з такою формою головної частини мають досить обмежене застосування, незважаючи навіть на їх високу зупиняючу дію, що зумовлено їх низькими аеродинамічними характеристиками (значним коефіцієнтом сили лобового опору) і неможливістю застосування в півавтоматичній зброї.

Крім зазначеного слід також ураховувати нутаційно-прецесійні коливання кінетичних снарядів травматичної дії, викликані їх нестабільністю на траєкторії, що пов'язано із особливостями їх уведення у вільний політ гладким каналом ствола. Відповідна аеродинамічна форма уражаючих елементів запобігає сильним коливанням, але для стабілізації такого снаряда потрібен деякий час, що призводить до появи ділянки траєкторії його польоту із затухаючими коливаннями, яка може характеризуватися значною протяжністю. У разі ураження цілі на такій ділянці, а вона може відповідати близькій відстані стрільби, що зумовлено специфікою застосування зброї травматичної дії, площа первинного контакту (проекції снаряду на площину, що розташована перпендикулярно вектору швидкості) може суттєво перевищувати площу його міделя, за якою розраховується величина питомої кінетичної енергії, а враховуючи деформацію еластичного снаряда під час зіткнення, реальне значення цього показника може бути значно менше розрахункового, а це може призвести до необґрунтованого оцінювання результатів стрільби щодо спроможності спричинення досліджуванним снарядом проникаючих поранень того чи іншого ступеня тяжкості.

Отже, існуючий розрахунковий метод визначення уражаючих властивостей куль травматичної дії може бути визнаний таким, що не повністю відповідає сучасним вимогам і має обмежене використання (може бути застосований лише на попередній стадії досліджень уражаючих елементів) та потребує заміни на більш досконалий, що базується на результатах судово-медичних досліджень, а також на досягненнях у галузі комп'ютерних технологій і методах чисельного моделювання фізичних процесів.

Сучасний стан комп'ютерних технологій і розроблене програмне забезпечення дозволяють розрахувати характер поведінки на траєкторії різних видів уражаючих елементів досить складної просторової форми. У свою чергу це дає змогу прорахувати положення кулі в момент зіткнення з ціллю – її орієнтацію відносно контактної поверхні. Більш того, спеціалізоване програмне забезпечення LS-DYNA дозволяє розрахувати не тільки напружено-деформований стан в'язко-пружного середовища, у яке влучила куля, а також і характер деформації самої кулі протягом усього часу її взаємодії із

середовищем. Чисельне моделювання також дає можливість візуалізувати процес ударно-контактної взаємодії кулі із біологічними тканинами та особливості його протікання в різних площинах, що іншими сучасними методами досягнути практично неможливо. Застосування чисельного моделювання дозволяє не тільки спрогнозувати характер заподіяної шкоди, а й отримати достовірну інформацію щодо ступеня тяжкості поранення, завдяки точному визначенню параметрів (глибини) ранового каналу, а також ступеня ушкодження прилягаючих до нього тканин. Однак для верифікації отриманих результатів у ході проведення чисельного моделювання натурні випробування все ж таки необхідні. Отримані в ході експериментів дані можуть підвищити ступінь достовірності означених теоретичних досліджень і внести відповідні корективи в процес розрахунків.

Підтвердженням ефективності застосування методів чисельного моделювання для дослідження уражаючих властивостей куль травматичної дії є результати робіт з дослідження відповідних характеристик крупнокаліберних куль патронів 12-го калібру «Терен-12П», які не тільки підтвердили доцільність та актуальність проведення такого роду досліджень, а й виявили універсальність підходів і перспективність застосованих методів для дослідження інших видів кінетичних снарядів¹. У зв'язку із неоднозначністю існуючих критеріїв оцінювання уражаючих властивостей куль травматичної дії з урахуванням результатів чисельного моделювання та натурних випробувань пропонуємо акцентувати увагу на характеристиках спричинених такими кулями поранень, зокрема на довжині (глибині) ранового каналу.

Такий параметр, як довжина (глибина) ранового каналу, є багатоаспектною величиною, оскільки дозволяє більш точно визначити спроможність того чи іншого уражаючого елемента спричинити проникаючі поранення й ушкодити життєво важливі органи біологічного об'єкта з урахуванням його (елемента) конструктивних особливостей і фізико-механічних характеристик матеріалу, з якого його виготовлено.

У ході чисельного моделювання та апроксимації результатів натурних випробувань було встановлено таке: якщо вважати найбільш уразливим для біологічного об'єкта (людини) рановий канал довжиною 50 мм, то для подолання перешкоди, яка являє собою конгломерат біологічних тканин із анізотропними властивостями та різної товщини й щільності, куля патрона травматичної (несмертельної) дії «Терен-12П» повинна мати швидкість у момент влучення не менше 200 м/с. Тільки в такому разі куля спроможна подолати опір досить щільного шкіряного покриву тіла людини та проникнути всередину м'язових тканин на певну глибину.

У той самий час відповідно до енергетичної концепції ураження цілі, ураховуючи лише швидкість кулі в момент влучення, її масу та площину поперечного перерізу, граничною швидкістю є величина 175 м/с. Порівняно із альтернативним критерієм оцінювання уражаючих властивостей куль

¹ Див.: Бойчук *И. П.* Применение цифровых технологий для оценки поражающих свойств крупнокалиберных пуль травматического действия / *И. П. Бойчук, А. В. Коломийцев, В. В. Сапелкин* // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики : зб. наук. праць. — Х. : Право, 2013. — Вип. 13. — С. 510–515.

травматичної дії різниця досить суттєва. Отже, керуючись відносно цих куль виключно енергетичною концепцією ураження цілі, можна отримати помилкові результати, які можуть суттєво вплинути на подальші висновки.

Таким чином, визначення довжини (глибини) ранового каналу є найбільш раціональним і перспективним методом як для оцінювання уражаючих властивостей куль травматичної дії, так і для інших видів кінетичних снарядів. Установлення цього параметра дозволяє визначитись із граничним значенням швидкості кулі в момент влучення її в ціль, а також вирішити зворотнє завдання – визначити за довжиною ранового каналу швидкість кулі в момент влучення, що у свою чергу дозволить установити відстань, з якої було здійснено постріл. Упровадження в практику запропонованого критерію оцінювання уражаючих властивостей куль дасть змогу перейти на новий науковий рівень проведення досліджень у галузі ранової та судової балістики й отримувати більш достовірні дані.

ВНЕДРЕНИЕ В ПРАКТИКУ СУДЕБНОЙ МЕДИЦИНЫ АЛЬТЕРНАТИВНОГО КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ПОРАЖАЮЩИХ СВОЙСТВ ПУЛЬ ТРАВМАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Сапелкин В. В., Коломийцев А. В., Бойчук И. П.

Проанализированы положения энергетической концепции оценки поражающих свойств кинетических снарядов и установлена их неоднозначность в отношении пуль травматического действия. В качестве альтернативного критерия оценки поражающих свойств таких пуль предложена длина (глубина) раневого канала и установлена граничная величина этого параметра. На основе указанного критерия можно оценить соответствующие свойства практически всех видов кинетических снарядов, что наглядно демонстрируют результаты численного моделирования физических процессов, происходящих в биологических тканях в момент попадания в них поражающих элементов.

Ключевые слова: крупнокалиберные пули травматического действия, численное моделирование, поражающие свойства, длина (глубина) раневого канала.

PRACTICAL IMPLEMENTATION IN FORENSIC MEDICINE OF ALTERNATIVE ASSESSMENT CRITERION OF TRAUMATIC PROJECTILES DAMAGE PROPERTIES

Sapelkin V. V., Kolomiitsev A. V., Boichuk I. P.

The article analyzes the energy concept points for assessing kinetic projectiles damage properties and reveals their variability as for traumatic bullets. As an alternative criterion of damage properties assessment for these projectiles we propose length (depth) of the wound tract and determine the margin value for this parameter. Such parameter as length (depth) of the wound tract is a multiple-aspect value as it lets us define more accurately the capacity of various damage elements for causing penetrating wounds and damage of vital organs of a biological object, taking into account its (element's) constructive features and physical and mechanical characteristics of the material it has been produced. Relying on the mentioned criterion, it is possible to assess the respective features of almost all kinds

of kinetic projectiles, that is clearly demonstrated in the results of the computational modeling of physical processes taking place in biological tissues at the moment when a damage agent penetrates them.

Keywords: large-caliber traumatic projectiles, computational modeling, damage properties, length (depth) of wound tract.

УДК 616-001.45:623.443.35

В. В. Щербак, асистент кафедри судово-медичної експертизи Харківської медичної академії післядипломної освіти

ОСОБЛИВОСТІ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПОШКОДЖЕНЬ ПРИ ПОСТРІЛАХ ІЗ ПІСТОЛЕТА «ФОРТ-14ТП» У МЕЖАХ БЛИЗЬКОЇ ДИСТАНЦІЇ

Досліджено морфологічні особливості вогнепальних пошкоджень і розподіл продуктів пострілу із пістолета «Форт-14ТП» в межах близької дистанції. Визначено діагностично значущі ознаки щодо встановлення відстані пострілу.

Ключові слова: вогнепальні пошкодження, пістолет «Форт-14ТП», близька дистанція пострілу.

Буремні події в Україні, що широко висвітлюються засобами масової інформації, наочно демонструють надзвичайно стрімке зростання кількості вогнепальної зброї серед цивільного населення. Це у свою чергу спричиняє поширення випадків її використання під час масових заворушень з боку як протестувальників, так і правоохоронних органів, перш за все бійцями спецпідрозділів МВС України. Тому судово-медичне вивчення вогнепальних пошкоджень одягу та ушкоджень тіла людини, насамперед заподіяних пострілами зі штатної вогнепальної зброї спецпідрозділів МВС, є актуальним науковим завданням сьогодення.

Пістолет «Форт-14ТП», у якому використовується патрон 9×18ПМ, є штатною зброєю спеціальних підрозділів міліції й підрозділів цивільної охорони Державної служби охорони при МВС України, що поступово замінює пістолет Макарова, який є застарілим за своїми тактико-технічними характеристиками та до того ж не виробляється в Україні. Серійне виробництво пістолета «Форт-14ТП» налагоджено українським КНВО «Форт» у Вінниці¹.

Одним із ключових питань у випадках судово-медичної експертизи вогнепальної травми є встановлення не тільки дистанції пострілу, а й конкретної відстані в зрозумілих метричних одиницях (см, м)². Розв'язання цього завдання потребує комплексного підходу з урахуванням сукупності

¹ Див.: Казенне науково-виробниче об'єднання «Форт» МВС України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.fort.vn.ua/ua/produkcija/pistoleti.html>.

² Див.: *Филипчук О. В.* Деякі питання термінології судово-медичної балістики / *О. В. Филипчук* // *Укр. суд.-мед. вісн.* — 2007. — № 20(1). — С. 3–5.