

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 623.44

DOI: 10.15587/2313-8416.2018.129326

МЕТОДИКА ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРАЖАЮЧОГО ЕЛЕМЕНТУ ПІСЛЯ ВІДБИТТЯ ВІД ПЕРЕШКОДИ

© О. І. Біленко, О. О. Кириченко, Д. В. Павлов

Розглянуто можливість зниження швидкості руху поражаючого елемента після відбиття від поверхні перешкоди до прийняттого рівня за рахунок змінювання механічних властивостей його конструкції. Встановлено, що важливим чинником, який впливає на забезпечення безпеки застосування стрілецької зброї з урахуванням рикошету є щільність матеріалу, з якого виготовлений поражаючий елемент. Розроблено методику забезпечення безпечності поражаючого елемента після відбиття від перешкоди на основі вибору його матеріалу. Визначено напрямок подальшого дослідження

Ключові слова: стрілецька зброя, безпечність застосування зброї, рикошет, умовний коефіцієнт відновлення

1. Вступ

Метою застосування зброї працівниками сил безпеки (СБ) є припинення здійснення правопорушення, позбавлення правопорушника можливості чинити опір або здійснювати втечу. При цьому необхідною умовою є відсутність людських втрат серед представників СБ, а також заручників та інших громадян, що не є учасниками подій (далі – сторонні особи).

Одним з чинників, який негативно впливає на безпеку застосування стрілецької зброї (БЗСЗ), є можливість ураження сторонніх осіб та стрільця внаслідок відбиття поражаючого елемента (ПЕ) від різноманітних поверхонь (стін будівель, дорожнього покриття, поверхні води тощо) та його руху у не передбачуваному стрільцем напрямку [1]. Виконання завдань силами безпеки пов'язане з застосуванням зброї у населених пунктах, приміщеннях будівель та у транспортних засобах, де перебувають сторонні особи, що підвищує ймовірність їх ураження внаслідок рикошету [2]. Про таку небезпеку свідчать реальні випадки, коли внаслідок застосування бойової зброї солдатами збройних сил або співробітниками СБ та рикошету ПЕ отримують поранення та гинуть сторонні особи [3, 4].

2. Літературний огляд

Одним з дієвих заходів підвищення БЗСЗ в умовах ризику рикошету поражаючого елемента є зниження швидкості його руху після відбиття від поверхні перешкоди до прийняттого рівня, а саме – отримання такого значення залишкової кінетичної енергії (ЗКЕ) $E_{зали}$, що виключає ураження людини [5].

У статті [6] встановлено, що на величину ЗКЕ впливають механічні властивості матеріалу поражаючого елемента, а також отримані залежності залиш

кової швидкості поражаючого елемента від швидкості зустрічі зі сталеву перешкодою для декількох матеріалів, з яких можна виготовляти кулі.

Для визначення балістичних характеристик зброї необхідно узгодити характеристики рикошетування ПЕ з його енергетичними характеристиками під час зустрічі з ціллю. Таке завдання є суперечливим, тому що для забезпечення заданої дії по цілі ПЕ повинен мати деяку мінімальну швидкість, а для забезпечення БЗСЗ – навпаки, не перевищувати певного максимального значення. Для узгодження зазначених характеристик необхідно створити методику зниження енергетичних характеристик поражаючого елемента після відбиття від перешкоди.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – розроблення методики зниження енергетичних характеристик поражаючого елемента після відбиття від перешкоди з метою підвищення безпечності застосування стрілецької зброї.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Визначити енергетичні характеристики типових пістолетних куль, які забезпечують потрібну дію по цілі, а також безпечність застосування зброї.

2. Знайти залежності дульних швидкостей від прицільної дальності для типових пістолетних куль.

3. Знайти залежності умовного коефіцієнту відновлення від прицільної дальності для типових пістолетних куль калібру.

4. Розробити послідовність операцій, що забезпечить таке зниження енергетичних характеристик ПЕ після відбиття від перешкоди, яке дозволить підвищити безпечність застосування стрілецької зброї до заданого рівня.

4. Розроблення методики зниження енергетичних характеристик поражаючого елементу після відбиття від перешкоди.

Для забезпечення безпечності застосування стрілецької зброї ЗКЕ не повинна перевищувати певного значення – безпечної кінетичної енергії ПЕ при зустрічі з цільлю $E_{кв}$ ($E_{зал} \leq E_{кв}$).

Для забезпечення забійної дії ПЕ необхідне виконання двох умов. По-перше – наявність проникаючих поранень, які спостерігаються при значеннях питомої енергії $E_{num} \geq 0,5 \text{ Дж/мм}^2$ [7]. По-друге – достатнє значення кінетичної енергії ПЕ при зустрічі з цільлю, яким вважається $E_k \geq 30 \text{ Дж}$ [8].

Найбільш розповсюдженими калібрами пістолетів та пістолетів-кулеметів, що перебувають на озброєнні сил безпеки, є 7,62 мм та 9 мм (7,62×25ТТ, 9×18ПМ та 9×19Par.), тому подальший матеріал розглянемо на прикладі цих боєприпасів. Для забезпечення забійної дії (з урахуванням питомої енергії) кінетична енергія ПЕ при зустрічі з цільлю повинна бути: для кулі калібру 7,62 мм $E_k \geq 30 \text{ Дж}$, а для кулі калібру 9 мм $E_k \geq 32 \text{ Дж}$. Значеннями енергії, які забезпечує БЗЗ умовно прийемо такі, що на 1 Дж нижче від зазначених вище.

Мінімальне значення дульної кінетичної енергії ПЕ $E_{кд}$, що забезпечує забійну дію, залежить від балістичного коефіцієнту та відстані до цілі. З урахуванням значень балістичних коефіцієнтів для зазначених куль ($C_{7,62} = 9,63 \text{ м}^2/\text{кг}$, $C_{9ПМ} = 12,48 \text{ м}^2/\text{кг}$, $C_{9Par} = 7,69 \text{ м}^2/\text{кг}$) отримано залежності дульної енергії від дальності до цілі (рис. 1).

Розрахунки здійснено за формулою (1), яка виходить з формул для обчислення кінетичної енергії (2) [9] та швидкості ПЕ на довільній відстані від дульного зрізу зброї (3) [10]:

$$E_{кд} = E_{кв} \cdot e^{2kCX_{ПР}}, \quad (1)$$

де $E_{кв}$ – кінетична енергія ПЕ при зустрічі з цільлю, Дж; $k = 3,29 \cdot 10^{-4}$ – коефіцієнт, що враховує дані закону Сіаччі та атмосфери СА-81, кг/м^3 ; C – балістичний коефіцієнт ПЕ, $\text{м}^2/\text{кг}$; $X_{ПР}$ – прицільна відстань зброї, м.

$$E_k = \frac{m \cdot V^2}{2}, \quad (2)$$

де E_k – кінетична енергія ПЕ, Дж; m – маса ПЕ, кг; V – швидкість руху ПЕ, м/с,

$$V_x = V_0 \cdot e^{-kCX}, \quad (3)$$

де V_0 – дульна швидкість ПЕ, м/с; V_x – швидкість ПЕ на відстані X від дульного зрізу зброї, м/с.

Для забезпечення БЗЗ з урахуванням рикошету ПЕ необхідно знизити його кінетичну енергію після відбиття до рівня $E_{кв}$. Зі збільшенням прицільної дальності зростає і значення дульної кінетичної енергії, яка забезпечує забійну дію (рис. 1).

Безпечність застосування зброї має забезпечуватися на усіх відстанях до прицільної включно, тому складність завдання одночасного забезпечення забійної дії та БЗЗ зростає зі збільшенням прицільної дальності зброї. Чим більше значення $X_{ПР}$, тим більша різниця між $E_{кд}$ та $E_{кв}$, яку необхідно компенсувати за рахунок K_B . Але значення K_B не можуть бути, як заведено малими, тому під час формування вимог до технічних характеристик стрілецької зброї для сил безпеки треба уникати випадків необґрунтованого завищення потрібної прицільної дальності.

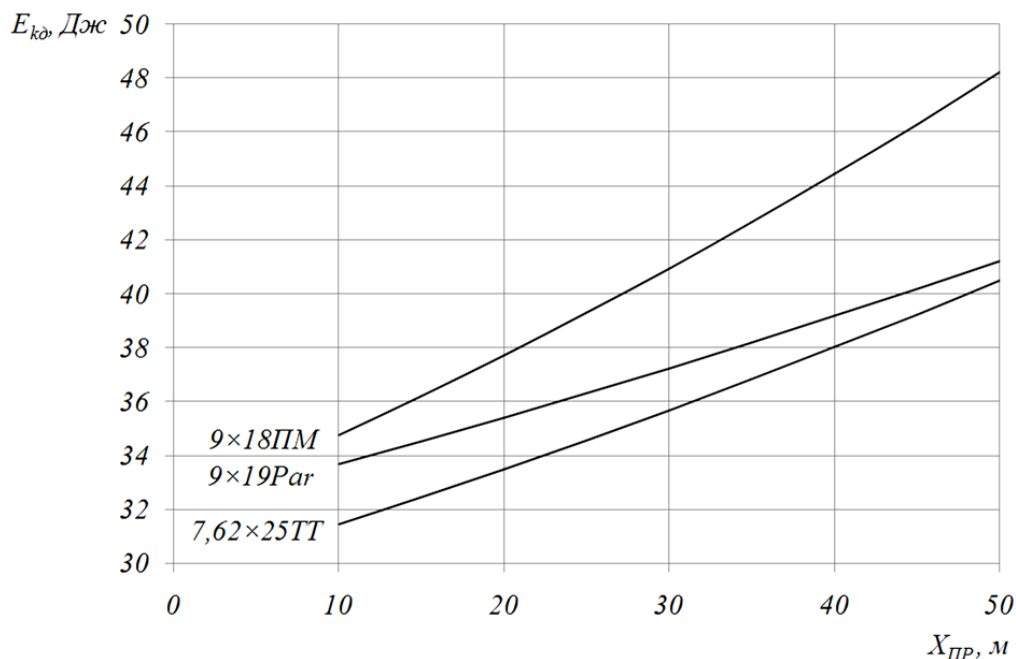


Рис. 1. Залежність дульної кінетичної енергії від прицільної дальності для пістолетних куль калібру 7,62 мм та 9 мм

На рис. 2 наведено залежність умовного коефіцієнту відновлення від прицільної відстані для пістолетних куль, що розглядаються. З рисунку видно, що зі збільшенням прицільної дальності з 10 м до 50 м потрібне значення K_B скорочується з на 10...15 %.

Слід зазначити, що важливим чинником, який впливає на розв'язання завдання забезпечення БЗЗ з урахуванням рикошету, є щільність матеріалу, з якого виготовлений ПЕ.

Наприклад, необхідно забезпечити БЗЗ при виконанні вогневого завдання з пістолету калібром 9 мм (9×18ПМ) на відстанях до 50 м. У відповідності до рис. 2 умовам завдання відповідає значення $K_B \leq 0,8$. Проведені дослідження свідчать, що матеріалом, який задовольняє зазначеній вимозі, є алюмінієвий сплав АК4-1, K_B якого дорівнює 0,8. Але таке су-

дження не є вірним. Щільність алюмінію (2700 кг/м³) в 3,77 рази нижче середньої щільності стандартної кулі, що виготовлена зі сталі та свинцю (10200 кг/м³). Через це балістичний коефіцієнт алюмінієвої кулі вище і складає 46,8 м²/кг проти 12,5 м²/кг стандартної. Внаслідок цього динаміка падіння швидкості алюмінієвої кулі значно вище, ніж у стандартної та для забезпечення значення E_{kc} на відстані X_{PP} необхідно суттєво підвищити дульну швидкість, а отже і дульну енергію E_{kd} . Розрахунки показують, що для алюмінієвої кулі $E_{kd}=146,3$ Дж (замість 48,2 Дж для стандартної), а прийнятне значення умовного коефіцієнту відновлення $K_B=0,46$, що значно нижче, ніж у алюмінію. В результаті, заміна стандартних матеріалів на алюміній бажаного ефекту не забезпечує. При заміні матеріалу на такий, що має рівну або вищу щільність подібних проблем не виникне.

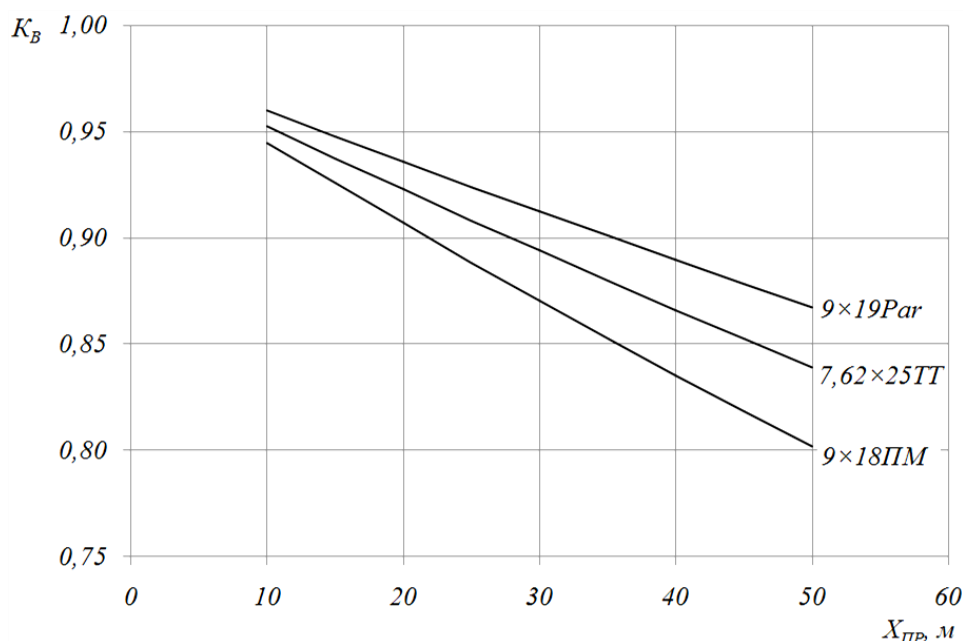


Рис. 2. Залежність умовного коефіцієнту відновлення від прицільної дальності для пістолетних куль калібру 7,62 мм та 9 мм

На основі наведених вище міркувань розроблено методику забезпечення безпечності ПЕ після відбиття від перешкоди на основі вибору його матеріалу. Блок-схема зазначеного алгоритму наведена на рис. 3.

Вихідними даними для методики є (рис. 3, блок 1):

- мета застосування зброї – ураження цілі;
- обмеження – безпечність ПЕ після рикошету;
- відстань до цілі $X_c = X_{np}$, калібр ПЕ d ,
- середня щільність ПЕ ρ ,
- балістичний коефіцієнт ПЕ C ,
- мінімальні значення кінетичної та питомої енергій ПЕ, що забезпечують ураження цілі

$E_k \geq 30$ Дж, $E_{num} > 0,5$ Дж/мм², максимальні значення кінетичної та питомої енергій ПЕ, що забезпечують безпечність ПЕ після рикошету $E_{k\sigma} < 29$ Дж, $E_{num\sigma} < 0,5$ Дж/мм²;

– критерій ефективності виконання вогневого завдання – максимальна ймовірність ураження сторонньої особи $W_{co\ max} = 0$.

У блоці 2 (рис. 3) визначається кінетична енергія ПЕ, що забезпечує достатню для забійної дії питому енергію E_k^{num} .

У блоці 3 (рис. 3) здійснюється порівняння значень кінетичної енергії, що забезпечує забійну дію ПЕ E_k та кінетичної енергії ПЕ, що забезпечує достатню для забійної дії питому енергію E_k^{num} .

У блоках 4 та 5 (рис. 3) визначається кінетична енергія ПЕ при зустрічі з ціллю, яка забезпечує забійну дію E_{kc} .

У блоці 6 (рис. 3) розраховується кінетична енергія ПЕ в момент його вильоту з каналу ствола (дульна кінетична енергія) E_{kd} .

У блоці 7 (рис. 3) визначається кінетична енергія ПЕ, що забезпечує безпечну для сторонньої особи питому енергію $E_{k\sigma}^{num}$.

У блоці 8 (рис. 3) здійснюється порівняння значень кінетичної енергії, що забезпечує безпечність

ПЕ $E_{к\delta}$ та кінетичної енергії ПЕ, що забезпечує безпечну для сторонньої особи питому енергію $E_{к\delta}^{num}$.

У блоках 9 та 10 (рис. 3) визначається кінетична енергія ПЕ при зустрічі з ціллю, яка забезпечує безпечність для сторонніх осіб $E_{к\delta}$.

У блоці 11 (рис. 3) розраховується значення умовного коефіцієнту відновлення кінетичної енергії, який забезпечує безпечні енергетичні характеристики ПЕ після зіткнення з перешкодою $K_{\delta\delta}$.

Вибір матеріалу, який має умовний коефіцієнт відновлення кінетичної енергії не вище, ніж $K_{\delta\delta}$, здійснюється у блоці 12 (рис. 3).

У блоці 13 (рис. 3) порівнюються щільність обраного матеріалу ρ' та середня щільність ρ поражаючого елементу.

У випадку, коли $\rho' < \rho$, відбудеться зростання балістичного коефіцієнту ПЕ, що відіб'ється на динаміці падіння його швидкості на траєкторії руху. При цьому зросте значення $E_{к\delta}$ та відповідно знизиться прийнятне значення $K_{\delta\delta}$, внаслідок чого нерівність у блоці 12 (рис. 3) може не виконуватися. Тому виникає необхідність в уточненні значення дульної кінетичної енергії $E_{к\delta}$ та залежних від неї величин (перехід до блоку 6 рис. 3).

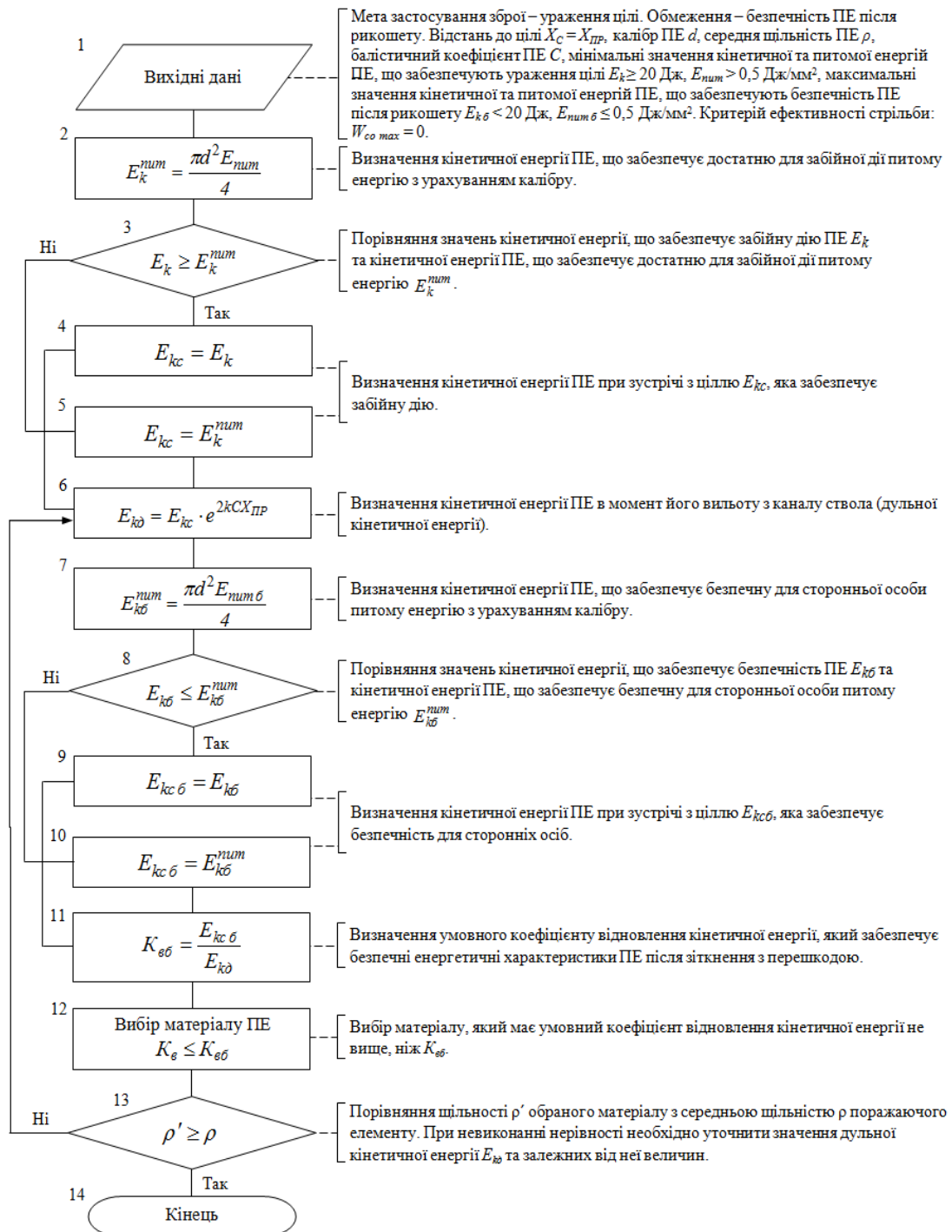


Рис. 3. Блок-схема алгоритму методики забезпечення безпечності ПЕ після відбиття від перешкоди на основі вибору його матеріалу

У випадку, коли нерівність $\rho' \geq \rho$ виконується ПЕ після відбиття від перешкоди отримує енергетичні характеристики, що є безпечними для сторонньої особи та завдання вважається виконаним.

Якщо не має можливості підібрати матеріал, який має прийнятне значення K_B , слід вдатися до корегування конструкції кулі. Відомо, що жорсткість конструкції залежить від її конструктивних особливостей. Ослаблення елементів конструкції знижує її жорсткість та можливість акумулювати енергію за рахунок пружної деформації. При цьому зростає частка енергії, що витрачається на пластичну деформацію та руйнування елементів конструкції, що є корисним з точки зору зниження K_B .

Слід враховувати, що руйнування ПЕ в тілі людини не є допустимим через можливість утворення дрібних частинок, які не ідентифікуються за допомогою рентгенівських променів. Тому використання відомих ПЕ експансивної дії, таких, що начинені дрібним шротом та подібних ним, що мають знижену здатність до рикошету, не сприятим.

Є декілька способів ослаблення елементів конструкції, які не ведуть до фрагментації зовнішніх частин кулі:

- утворення порожнини між оболонкою та осердям;
- ослаблення осердя за рахунок отворів або порожнин в його тілі;
- ослаблення осердя шляхом його поділу на декілька частин;
- ослаблення осердя шляхом утворення концентраторів напружень тощо.

Залежність енергетичних характеристик ПЕ

після відбиття від перешкоди від характеру ослаблення елементів його конструкції є напрямком подальшого дослідження.

5. Результати дослідження

Встановлено, що важливим чинником, який впливає на розв'язання завдання забезпечення безпеки застосування стрілецької зброї з урахуванням рикошету є щільність матеріалу, з якого виготовлений поражаючий елемент.

Встановлені залежності дульної кінетичної енергії та умовного коефіцієнту відновлення від прицільної дальності для пістолетних куль калібру 7,62 мм та 9 мм.

Розроблено методику забезпечення безпеки поразючого елемента після відбиття від перешкоди на основі вибору його матеріалу.

6. Висновки

1. Визначено енергетичні характеристики типових пістолетних куль (7,62×25 ТТ, 9×18 ПМ та 9×19 Par), що забезпечують потрібну дію по цілі, а також безпечність застосування зброї.

2. Знайдено залежності дульних швидкостей від прицільної дальності для зазначених пістолетних куль.

3. Знайдено залежності умовного коефіцієнту відновлення від прицільної дальності для типових пістолетних куль.

4. Розроблено алгоритм дій, що забезпечує таке зниження енергетичних характеристик ПЕ після відбиття від перешкоди, яке дозволяє підвищити безпечність застосування стрілецької зброї до заданого рівня.

Література

1. Біленко О. І., Кириченко О. О. Шляхи підвищення безпеки застосування стрілецької зброї силами охорони правопорядку // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2014. Т. 2, № 3 (68). С. 35–39. doi: 10.15587/1729-4061.2014.23117
2. Karger B., Joosten U. A case of "boomerang" bullet ricochet // International Journal of Legal Medicine. 2001. Vol. 115, Issue 2. P. 70–71. doi: 10.1007/s004140000148
3. Обзор происшествий за 13.01.2009 г. // РИА Новости. Российское агентство международной информации. Сибирский округ. 2009. URL: <http://sibir.rian.ru/incidents/20090113/81746850.html>
4. Снайпер не целился в медсестру при освобождении заложников в колонии // Взгляд. 2011. URL: <http://www.vz.ru/news/2011/11/3/535865.html>
5. Особенности огнестрельных повреждений при рикошете и преодолении пулей преград перед ранением. URL: <http://www.vuzlib.su/beta3/html/1/12314/12398>
6. Біленко О. І., Кириченко О. О., Павлов Д. В. Дослідження впливу матеріалу металю елемента на характеристики рикошету // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. 2017. Вип. 2 (30). С. 15–21.
7. Попов В. Л. Судбно-медична баллістика. СПб.: Гипократ, 2002. 656 с.
8. Кирилов В. М. Патрони стрелкового оружия. М.: ЦНИИ информации, 1980. 372 с.
9. Кухлинг Х. Справочник по физике. М.: Мир, 1982. 520 с.
10. Шапиро Я. М. Внешняя баллистика. М.: Оборонгиз, 1946. 408 с.

Дата надходження рукопису 06.03.2018

Біленко Олександр Іванович, доктор технічних наук, доцент, докторантура та ад'юнктура, Національна академія Національної гвардії України, пл. Захисників України, 3, м. Харків, Україна, 61001
E-mail: albilenko@ukr.net

Кириченко Олександр Олександрович, Факультет № 2 (інженерно-технічний), Національна академія Національної гвардії України, пл. Захисників України 3, м. Харків, Україна, 61001
E-mail: Kirikalexio@ukr.net

Павлов Дмитро Вадимович, кандидат військових наук, старший науковий співробітник, Докторантура та ад'юнктура, Національна академія Національної гвардії України, пл. Захисників України 3, м. Харків, Україна, 61001; E-mail: pdv78@ukr.net