

УДК 623.44



О. І. Біленко



Д. В. Павлов



К. В. Першина

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДДАЧІ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ДЛЯ СИЛ БЕЗПЕКИ

У статті обґрунтовано необхідність зниження характеристик віддачі зброї для підвищення ефективності виконання вогневих завдань. Визначено, що одним із шляхів зниження енергії віддачі зброї є оптимізація її тактичних характеристик. Встановлено, що максимальний ефект щодо зниження енергії віддачі за умови забезпечення заданої дульної кінетичної енергії кулі досягається при підвищенні дульної швидкості кулі та відповідному зниженні її маси.

К л ю ч о в і с л о в а: стрілецька зброя, ефективність стрільби, технічні характеристики зброї, енергія віддачі.

Постановка проблеми. Вогневі завдання сил безпеки мають суттєві відмінності від аналогічних завдань сил оборони:

– застосування зброї під час виконання завдань з охорони громадського порядку, охорони осіб, об'єктів та майна, при конвоюванні підсудних та засуджених осіб у судових залах та на маршрутах конвоювання здійснюється в оточенні сторонніх осіб та створює небезпеку ураження останніх;

– застосування зброї проти порушників, які прикриваються заручниками, створює небезпеку ураження заручників або інших осіб, які знаходяться у напрямку стрільби, отже, потребує високих показників ефективності виконання таких вогневих завдань;

– відстань до цілі складає, як правило, десятки метрів;

– суб'єкти застосування зброї не захищені бронею, засобами індивідуального захисту, фортифікаційними спорудами тощо.

Зазначені особливості позначаються на вимогах до ефективності виконання вогневих завдань працівниками сил безпеки, зокрема до точності та оперативності стрільби, – вони більш жорсткі, ніж до сил оборони.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдання підвищення точності та оперативності стрільби потребує аналізу чинників, які на них впливають. Відповідно до праць [1, 2] одним з таких чинників є віддача зброї.

Внаслідок віддачі змінюється положення зброї у просторі. Через це витрачається час на виправлення наведення зброї в ціль, а іноді (при використанні оптичних прицілів) – на пошук цілі та захват її у поле зору, що збільшує час виконання вогневого завдання до двох та більше разів [3, 4].

Внаслідок природного розкиду значень характеристик елементів боєприпасів (маса порохового заряду, маса та діаметр кулі, початковий об'єм зарядної камори тощо) та неоднomanітності приготування до стрільби утворюється розкид кутів кидання кулі, що негативно відбивається на купчастості стрільби. На рис. 1 наведено приклад впливу змінення координат влучення кулі по висоті внаслідок віддачі від відхилення маси кулі Δm , її дульної швидкості ΔV_d та плеча між точкою упора зброї та вектором сили віддачі $h_{\text{дн}}$ від номінальних значень для гвинтівки СВД з прицілом ПСО-1. Розрахунки здійснено відповідно до публікації [5] для таких умов: відстань до цілі 100 м, момент інерції відносно точки упору в плече $J = 1,51 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, номінальний розрахунковий кут вильоту $5,1^\circ$, патрон $7,62 \times 51 \text{ СН}$ (номінальні значення маси кулі 9,6 г, дульної швидкості – 830 м/с).

Дія зброї на стрільця під час віддачі посилює його фізичну та психічну втому і, як наслідок, знижуються купчастість та влучність стрільби [6, 7].

Таким чином, зменшуючи характеристики віддачі зброї, можна підвищити оперативність та точність стрільби.

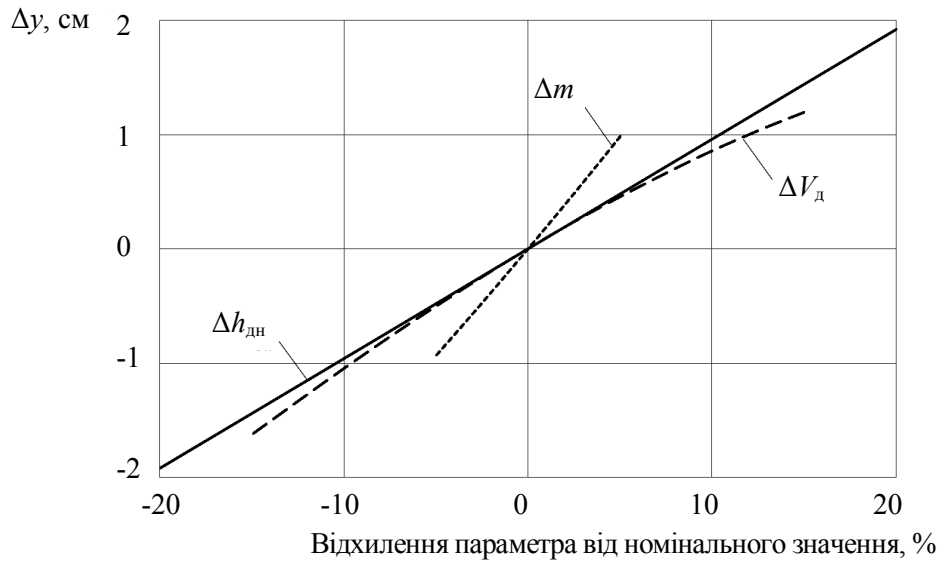


Рис. 1. Залежність відхилень координат влучення у площину цілі внаслідок віддачі від відхилень Δm , ΔV_d , $\Delta h_{дн}$ від номінальних значень для гвинтівки СВД

Характеристики віддачі зброї (енергія, імпульс і швидкість) залежать від потужності боеприпасів, тобто від маси та дульної швидкості кулі, а також від маси зброї. Виконання завдань силами оборони пов'язано з необхідністю ураження цілей, які розташовані на великих відстанях (до 1500 м) та можуть бути захищеними індивідуальними засобами бронезахисту. Тому зброя для сил оборони повинна мати достатньо потужний патрон. Разом з цим суттєве підвищення маси зброї не є прийнятним з ряду причин. Внаслідок цього зброя для сил безпеки має достатньо великі значення показників віддачі.

Головним показником віддачі вважається її енергія. Для існуючих зразків її значення наведені у таблиці.

Значення характеристик віддачі деяких зразків стрілецької зброї, що перебувають на озброєнні Національної гвардії України

Зразок	Швидкість віддачі, м/с	Імпульс віддачі, кг·м/с	Кінетична енергія віддачі, Дж
ПМ, патрон 9×18	2,37	1,92	2,28
ФОРТ-14, патрон 9×18	1,89	2,04	1,93
ФОРТ-12, патрон 9×18	2,05	1,95	2,01
ФОРТ-17, патрон 9×18	2,44	1,95	2,38
ФОРТ-17, патрон 9×17	2,06	1,65	1,70
АК-74, патрон 5,45×39	0,68	2,43	0,82
АКМ, 7,62×39	1,49	5,65	4,20
ФОРТ-224, патрон 5,56×45	0,94	3,74	1,76
ФОРТ-224, патрон 5,45×39	0,62	2,42	0,75
ФОРТ-224, патрон 9×19	0,59	2,32	0,69
СВД, патрон 7,62×51	1,76	7,97	7,02
ФОРТ-301, патрон 7,62×51	1,12	8,16	4,55
Barret M82, патрон 12,7×99	2,23	31,22	34,81
Barret M82, патрон 12,7×99	2,44	32,94	40,19
Barret M107, патрон 12,7×99	2,31	31,22	36,10
ПКМ, патрон 7,62×51	1,06	7,92	4,18

Характеристики віддачі наведених зразків гвинтівок, автоматів та деяких пістолетів суттєво знижують ефективність виконання вогневих завдань. Але, як зазначено вище, великі значення енергії віддачі зброї, що розроблена для сил оборони, обумовлені об'єктивними причинами. Натомість специфічні завдання сил безпеки висувають менш жорсткі вимоги до деяких властивостей зброї, зокрема до далекобійності та дії кулі по цілі, та роблять можливість зниження характеристик її віддачі цілком реальною.

Мета статті – дослідження можливостей та визначення шляхів зниження енергії віддачі стрілецької зброї для сил безпеки.

Виклад основного матеріалу. При пострілі частини системи зброя – куля рухаються у протилежних напрямках. Параметри руху визначаються значеннями тиску порохових газів у каналі ствола, площин дна кулі, дна гільзи та скатів гільзи (якщо вона має “пляшкову” форму), а також часом дії порохових газів на зазначені елементи.

Площі дна гільзи та кулі прямо впливають на силу тиску газів на затвор і кулю. Площа ската гільзи обумовлює величину сили тиску, яка компенсує частину сили, що діє на дно гільзи. Площа дна гільзи та сума площин дна кулі та ската гільзи практично рівні. Якщо вважати, що тиск порохових газів на дно гільзи та дно кулі є рівним (що практично справедливо), то параметри віддачі зброї залежатимуть лише від величини тиску та часу його дії.

Для ураження цілі на заданій відстані необхідно забезпечити певну кінетичну енергію зустрічі кулі з ціллю E_{kc} , а це накладає вимоги на мінімальні значення маси кулі m_k та швидкості її зустрічі з ціллю V_c , що випливає з формули (1) [8]:

$$E_{kc} = \frac{m_k V_c^2}{2}. \quad (1)$$

Крім того, на масу кулі накладає обмеження прийнятне (максимально припустиме) значення її балістичного коефіцієнта C , який зв'язаний з m_k оберненою залежністю (2) [9]:

$$C = i \frac{d^2}{m_k} 1000, \quad (2)$$

де i – коефіцієнт форми кулі; d – діаметр кулі, м.

Чим більше значення балістичного коефіцієнта кулі, тим більшою має бути її дульна швидкість V_d , що випливає з формули (3) [10]:

$$V_d = V_c \cdot e^{kCX}, \quad (3)$$

де X – відстань до цілі, м; $k = 3,29 \cdot 10^{-4}$ – коефіцієнт, що враховує дані закону Сіаччі та атмосфери СА-81, кг/м³.

Отже, для забезпечення потрібної дії кулі по цілі на заданій відстані необхідно мати деякі мінімальні значення маси кулі та її дульної швидкості.

При цьому, чим більше маса кулі та потрібна швидкість її руху, тим більший добуток тиску порохових газів на час його дії слід забезпечити, а це обумовлює мінімальні значення характеристик віддачі зброї.

Характеристиками віддачі зброї є швидкість віддачі V_b , імпульс віддачі I_b та енергія віддачі E_{kb} .

$$V_b = \frac{m_k V_d}{m_3}, \quad (4)$$

де m_3 – маса зброї, кг; V_d – дульна швидкість кулі, м/с.

Виходячи із закону збереження імпульсу [11], імпульс віддачі дорівнює імпульсу кулі, отже:

$$I_b = m_k V_d. \quad (5)$$

Енергія віддачі по суті є кінетичною енергією руху зброї внаслідок віддачі та, використовуючи довідник [11], може бути визначена за формулою

$$E_{kb} = \frac{m_3 V_b^2}{2}. \quad (6)$$

З точки зору впливу на стрільця найбільш важливою характеристикою є енергія віддачі, тому що саме її сприймають та гасять структури його тіла. Аналізуючи вирази (1) – (6), можна дійти висновку про можливість зниження енергії віддачі зброї за рахунок оптимізації її тактичних характеристик, а саме – зменшення далекобійності зброї та дії кулі по цілі до мінімально прийнятних значень внаслідок зниження зв'язаних з ними значень дульної швидкості та маси кулі.

Для виконання специфічних вогневих завдань силами безпеки достатніми можна вважати такі відстані прицільної та убивчої дії стрілецької зброї: для пістолетів – до 50 м, для пістолетів-кулеметів – до 100 м, для автоматів та снайперських гвинтівок – до 200 м.

За таких умов характеристики віддачі зразків стрілецької зброї, що наведені в таблиці можна суттєво знизити.

Існує два шляхи зниження енергії віддачі зброї: за рахунок зниження маси кулі або її швидкості. Для вибору більш прийняттого варіанта проведемо їх аналіз.

Імпульс віддачі I_B реалізується в імпульсі тіла зброї та дорівнює [11]

$$I_B = m_3 V_B. \quad (7)$$

Він дорівнює імпульсові тіла кулі, який розраховується аналогічно:

$$I_K = m_K V_D. \quad (8)$$

Згідно із законом збереження імпульсу

$$I_B = I_K, \quad (9)$$

тобто

$$m_3 V_B = m_K V_D. \quad (10)$$

Дульна кінетична енергія кулі визначається за такою формулою:

$$E_{kd} = \frac{m_K \cdot V_D^2}{2}. \quad (11)$$

Одне і теж значення кінетичної енергії кулі можна досягти різними сполученнями її маси та швидкості. При цьому імпульс тіла кулі буде різним через те, що її швидкість у виразах для розрахунку імпульсу та кінетичної енергії має різний ступінь. Дійсно, з формул (8) та (11) випливає:

$$m_K = \frac{I_K}{V_D}, \quad (12)$$

$$m_K = \frac{2E_{kd}}{V_D^2}, \quad (13)$$

звідки

$$\frac{I_K}{V_D} = \frac{2E_{kd}}{V_D^2}. \quad (14)$$

З останнього виразу з урахуванням формули (9) отримуємо

$$I_B = I_K = \frac{2E_{kd}}{V_D}. \quad (15)$$

Тобто імпульс тіла гвинтівки обернено пропорційний дульній швидкості кулі (за умови сталості її кінетичної енергії).

Отже, для зниження енергії віддачі за умови забезпечення заданої дульної кінетичної енергії кулі доцільно дульну швидкість кулі підвищувати, а її масу зменшувати. На рис. 2 наведено залежність енергії віддачі 7,62-мм СВД від дульної швидкості кулі за умови $E_{kd} = 3400$ Дж. З рисунку видно, що, знижуючи масу кулі з 0,0095 до 0,005 кг, можна знизити енергію віддачі з 7,51 до 3,95 Дж, тобто майже вдвічі.

Слід зазначити, що при зміні маси кулі зміниться значення балістичного коефіцієнта (2), що негативно позначиться на відстані убивчої дії кулі. У розглянутому прикладі відстань убивчої дії кулі скоротиться з 1845 до 970 м (за умови, що $E_{kc} = 40$ Дж).

Саме тому під час формулювання часткових вимог до технічних характеристик стрілецької зброї для сил безпеки слід виходити з необхідної дії кулі по цілі та відстані, на якій вона має забезпечуватись.

Маса та дульна швидкість кулі також є суттєвими чинниками, що впливають на результати балістичного проектування вогнепальної зброї. У певних випадках задача балістичного проектування може не мати практичного рішення через відсутність достатньо міцних матеріалів для виготовлення ствола (у випадку великого значення максимального тиску), порохів з достатніми швидкостями горіння та характеристиками газоутворення (у випадку малої маси кулі) тощо.

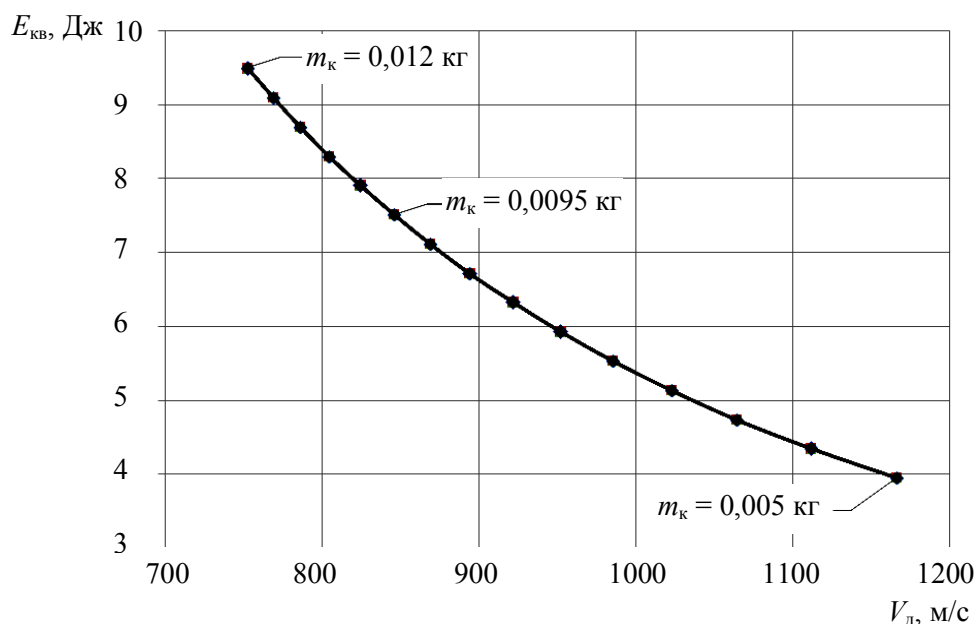


Рис. 2. Залежність енергії віддачі 7,62-мм СВД від дульної швидкості кулі при $E_{кд} = 3400$ Дж

Таким чином, маса та дульна швидкість кулі одночасно впливають на характеристики віддачі зброї, умови заряджання зброї та параметри траєкторії кулі. Тому узгодження зазначених параметрів з метою їх практичної реалізації є складним завданням і напрямком подальших досліджень.

Висновки

1. Ефективність виконання вогневих завдань залежить від характеристик віддачі зброї при пострілі.

2. Одним із шляхів зниження енергії віддачі зброї є оптимізація її тактичних характеристик, а саме – зменшення далькості зброї та дії кулі по цілі до мінімально прийнятних значень внаслідок зниження зв'язаних з ними значень дульної швидкості та маси кулі.

3. Максимальний ефект щодо зниження енергії віддачі за умови забезпечення заданої дульної кінетичної енергії кулі досягається при підвищенні дульної швидкості кулі та відповідному зменшенні її маси.

4. Напрямок подальших досліджень є розроблення методики формулювання вимог до дульної швидкості та маси кулі за умов забезпечення заданих дії кулі по цілі та характеристик віддачі зброї.

Список використаних джерел

1. Костішин, Б. О. Модель ефекту віддачі зброї при виконанні пострілу в спортивній стрільбі [Текст] / Б. О. Костішин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 2/4 (56). – С 30 – 34.

2. Параметры оружия, влияющие на точность стрельбы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://zbroya.info/ru/blog/2578_parametry-oruzhiia-vliiaiuschie-na-tochnost-trelby/ (дата обращения : 15.11.17). – Загл. с экрана.

3. Минин, Р. А. Стрельба из пистолета [Текст] / Р. А. Минин. – Москва : Воениздат, 1954. – 68 с.

4. Біленко, О. І. Підвищення оперативності виконання снайперських вогневих завдань силами безпеки шляхом зменшення кута вильоту кулі [Текст] / О. І. Біленко, Ю. О. Белашов // Системи озброєння і військова техніка. – 2015. – № 3 (43). – С. 16–21.

5. Теория и расчет автоматического оружия [Текст] / А. К. Голомбовский, Д. К. Девятьяров, П. П. Киселев и др. ; под. ред. В. М. Кириллова. – Пенза : ПВАИУ, 1973. – 493 с.

6. Каримов, А. А. Повышение качества тренировочного процесса в прикладном виде спорта “Практическая стрельба” [Текст] : дис. ... канд. пед. наук / А. А. Каримов. – Улан-Удэ, 2004. – 139 с.

7. Приймаков, А. А. Взаимосвязи систем регулирования устойчивости равновесия в вертикальной позе и точности произвольного движения у стрелков [Текст] / А. А. Приймаков // Физическое воспитание студентов. – 2010. – № 3. – С. 75–77.
8. Средства поражения и боеприпасы [Текст] : учебник / А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов и др. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 844 с.
9. Коновалов, А. А. Внешняя баллистика [Текст] / А. А. Коновалов, Ю. В. Николаев. – Москва : ЦНИИ информации, 1979. – 228 с.
10. Біленко, О. І. Метод формування вимог до балістичного коефіцієнта металюного елемента кінетичної зброї [Текст] / О. І. Біленко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 6/3 (66). – С. 46–39.
11. Кухлинг, Х. Справочник по физике: пер. с нем. [Текст]. – Москва : Мир, 1982. – 520 с.

Стаття надійшла до редакції 13.11.2017 р.

УДК 623.44

А. И. Биленко, Д. В. Павлов, Е. В. Першина

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГИИ ОТДАЧИ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ ДЛЯ СИЛ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье обоснована необходимость снижения характеристик отдачи оружия для повышения эффективности выполнения огневых задач. Определено, что одним из путей снижения энергии отдачи оружия является оптимизация его тактических характеристик. Установлено, что максимальный эффект снижения энергии отдачи при условии обеспечения заданной дульной кинетической энергии пули достигается при повышении дульной скорости пули и соответствующему снижению её массы.

К л ю ч е в ы е с л о в а: стрелковое оружие, эффективность стрельбы, технические характеристики оружия, энергия отдачи.

UDC 623.44

O. I. Bilenko, D. V. Pavlov, K. V. Pershina

WAYS FOR DECREASE POWER RECOIL OF SMALL ARM FOR LAW ENFORCEMENT

In the article substantiated necessity of decrease characteristics recoil from small arms for improving efficiency of fire missions. One of direction was determined which reduces power recoil small arms will be optimizing tactical characteristics. Was installed, highest effect for to reduce power of recoil but subject provided a muzzle kinetic power of bullet which was given, may be reaching with to increase muzzle kinetic power of bullet and reduction weight.

К e y w o r d s: small arms, efficiency of fire missions, efficiency of fire missions, technical characteristics, power recoil.

Біленко Олександр Іванович – доктор технічних наук, доцент, начальник докторантури та ад'юнктури Національної академії Національної гвардії України.

Павлов Дмитрій Вадимович – кандидат військових наук, старший науковий співробітник, докторант Національної академії Національної гвардії України.

Першина Катерина Володимирівна – ад'юнкт Національної академії Національної гвардії України.