

УДК 623.44

О. І. Біленко, В. В. Пашенко

ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ДУЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ПОРАЖАЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІНЕТИЧНОЇ ЗБРОЇ НЕСМЕРТЕЛЬНОЇ ДІЇ

Висвітлено проблему забезпечення заданої дульної швидкості поражаючих елементів для кінетичної зброї несмертельної дії. Запропоновано спосіб підвищення стабільності дульної швидкості поражаючих елементів, не пов'язаний зі звуженням допусків на виготовлення елементів спорядження патронів.

Постановка проблеми. Під час виконання завдань з охорони правопорядку підрозділи, що його підтримують, з метою запобігання і ліквідації кризових ситуацій змушені вдаватися до застосування сили, зокрема зброї. У випадках, коли знищення об'єкта службово-бойової діяльності (СБД) не є необхідним або є шкідливим [1, 2], виникає потреба у застосуванні зброї несмертельної дії (ЗНД). Під ЗНД розуміють зброю, яка призначена для ураження живої сили противника або об'єкта СБД та яка спричинює функціональні поразки, зводячи до мінімуму постійні каліцтва.

За засобами впливу на людину розрізняють такі ЗНД: кінетичні, хімічні, електрошокові, осліплюючі та приголомшуючі, електромагнітні та мікрохвильові, акустичні, пінні склади, тощо [1, 3].

Кожний із наведених видів ЗНД має недоліки, які обмежують його застосування: громіздкість, недостатня дальність впливу, неможливість спрямування впливу на одну визначену особу та ін. Результати досліджень свідчать, що найбільш прийнятними для виконання службово-бойових завдань правоохоронними органами є кінетична ЗНД (КЗНД), яка позбавлена більшості зазначених вище недоліків.

КЗНД викликає шок і тимчасовий біль, але не завдає проникаючих поранень та ушкоджень внутрішніх органів людини, що робить її відносно безпечною. Проте ефективність КЗНД суттєво залежить від точності визначення необхідних значень питомої енергії E_{num} поражаючого елемента у момент його зустрічі з цілью на етапі проектування системи та практичного забезпечення цих значень під час застосування КЗНД. При завищених значеннях E_{num} існує небезпека смертельної поразки об'єкта СБД, а при занижених – не забезпечується задана дія по цілі, що негативно позначається на ефективності стрільби [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На озброєнні правоохоронних органів та військових формувань України перебуває декілька зразків КЗНД, номінальні балістичні характеристики яких наведені у таблиці 1 (вказані характеристики декларуються в технічних описах до відповідних зразків) [5, 6].

Таблиця 1

Балістичні характеристики зразків КЗНД, що використовуються правоохоронними органами та військовими формуваннями України

Зразок КЗНД	Зразок патрона травматичної дії	Балістичні характеристики поражаючого елемента на відстані 3,5 м		
		Швидкість V , м/с	Кінетична енергія E_k , Дж	Питома енергія E_{num} , Дж/мм ²
Форт-17Р	Терен-3ФП	260	34	0,48
	Терен-3Ф	325	26,5	0,37
Форт-12Р	Терен-3ФП	250	31,5	0,44
	Терен-3Ф	320	25,5	0,36
ПМР	ПНД-9Р	320	25,5	0,35
РКС-5 "РИНГ"	Терен-3Р	260	17	0,18
Шмайсер АЕ820G	АЕ9	300	31,5	0,44
ПБ-4 "ОСА"	ОСА	140	81,5	0,44
КС-23	Волна-Р	350	600	1,33
Форт – 500	Терен-12П	250	244	0,9
	Терен-12К	300	11,2	0,23

З таблиці видно, що енергетичні характеристики куль (поражаючих елементів) для різних зразків

КЗНД, навіть одного класу, коливаються в досить широких межах. Зокрема, швидкість поразяючих елементів 140...350 м/с, внаслідок чого значення питомої енергії можуть різнитися між собою до семи разів.

У Харківському науково-дослідному інституті судових експертиз імені М. С. Бокаріуса проведено дослідження балістичних характеристик зразків КЗНД, які перебувають на озброєнні правоохоронних органів або доступні для придбання цивільними особами [7]. Дослідження показали, що швидкість поразяючих елементів значно коливається при використанні патронів різних виробників навіть для одного зразка зброї (табл. 2).

Т а б л и ц я 2

Балістичні характеристики поразяючих елементів патронів травматичної дії при стрільбі зі зразків КЗНД на дистанції 1 м

Зразок КЗНД	Зразок патрона травматичної дії	Швидкість, V , м/с		Кінетична енергія, E_k , Дж		Питома енергія, E_{num} , Дж/мм ²	
		max	min	max	min	max	min
Safari 820G	ПНД-9П	400,9	359,6	40,18	32,33	0,591	0,476
	Терен-3ФР	303,7	272,8	46,12	37,21	0,679	0,548
"RÖHM" моделі RG88	ПНД-9П	386,8	343,4	37,40	29,48	0,551	0,434
	АЕ-9	429,3	388,1	64,50	52,72	0,910	0,744
Корнет-С	Терен-3РМ	402,0	366,9	40,40	33,65	0,595	0,495
	Форт-РР	411,6	384,7	42,35	36,99	0,623	0,545
РКС-5	Терен-3ФР	262,8	239,3	34,53	28,63	0,508	0,422
	Оса	191,4	155,3	21,98	14,47	0,146	0,096
Іж-58МА	Терен-12П	162,5	124,6	111,70	65,67	0,437	0,257
Сайга-12К	Терен-12П	174,9	121,2	129,40	62,14	0,507	0,243

З таблиці 2 також видно, що навіть при використанні патронів одного виробника, однієї номенклатури та виробничої партії різниця значень швидкостей поразяючих елементів може сягати понад 40 %. При цьому значення кінетичної та питомої енергій поразяючого елемента відрізняються більше, ніж у 2 рази, що суттєво зменшує ймовірність успішного виконання вогневого завдання.

У більшості випадків значення швидкості поразяючих елементів, що отримані з експериментальних досліджень, значно відрізняються від тих, які наведені у технічних описах до зразків зброї – зазвичай номінальні значення занижені. Наприклад, відповідно до технічного опису 9-мм пістолета ПМР швидкість кулі на відстані 3,5 м від дульного зрізу дорівнює 300 ± 20 м/с, а на практиці вона складає 619...638 м/с для патрона "9-мм Р. А. Blanc" та 589...625 м/с для патрона "9-мм Р. А. Knall". Такі розбіжності можна пояснити відмінностями між патронами різних марок та бажанням виробників зброї формально виконати встановлені вимоги до КЗНД. Деякі виробники у технічних описах зброї значень швидкості кулі взагалі не вказують ("Форт-12Р", "Форт-17Р", "Форт-500", тощо) [6].

Отже, існують такі проблеми на шляху безпечного та ефективного застосування КЗНД:

перша – відсутність жорсткої відповідності зразків патронів до зразків зброї, у сполученні з якими вони забезпечуватимуть потрібні балістичні характеристики стрілецького комплексу;

друга – невідповідність балістичних характеристик КЗНД значенням, що наведені в експлуатаційній документації;

третья – значне розсіювання значень швидкості поразяючого елемента навіть при стрільбі з одного зразка зброї патронами одного виробника, типу та однієї виробничої партії.

Дві перші проблеми пов'язані з необхідністю узгодження середніх значень певних балістичних характеристик з висунутими до них вимогами і можуть бути вирішені за допомогою організаційних заходів.

Третя проблема є більш важливою та складною. Розкид дульних швидкостей V_0 поразяючих елементів відносно їх середнього значення $V_{0\text{cp}}$ обумовлений недосконалістю технологій виробництва боєприпасів. Покращення останніх потребує значних капіталовкладень, іноді є економічно не доцільним або взагалі не можливим. При цьому низька стабільність значень V_0 та пов'язаних з нею E_{num} є однією з основних перешкод на шляху забезпечення заданих характеристик КЗНД.

Мета статті – визначити шляхи підвищення стабільності дульної швидкості поразяючих елементів КЗНД.

Виклад основного матеріалу. Аналіз параметрів заряджання ствольних вогнепальних систем

дозволяє зробити висновок, що фактори, які впливають на значення дульної швидкості поразяючого елемента, можна розділити на дві групи (рис. 1) [8].

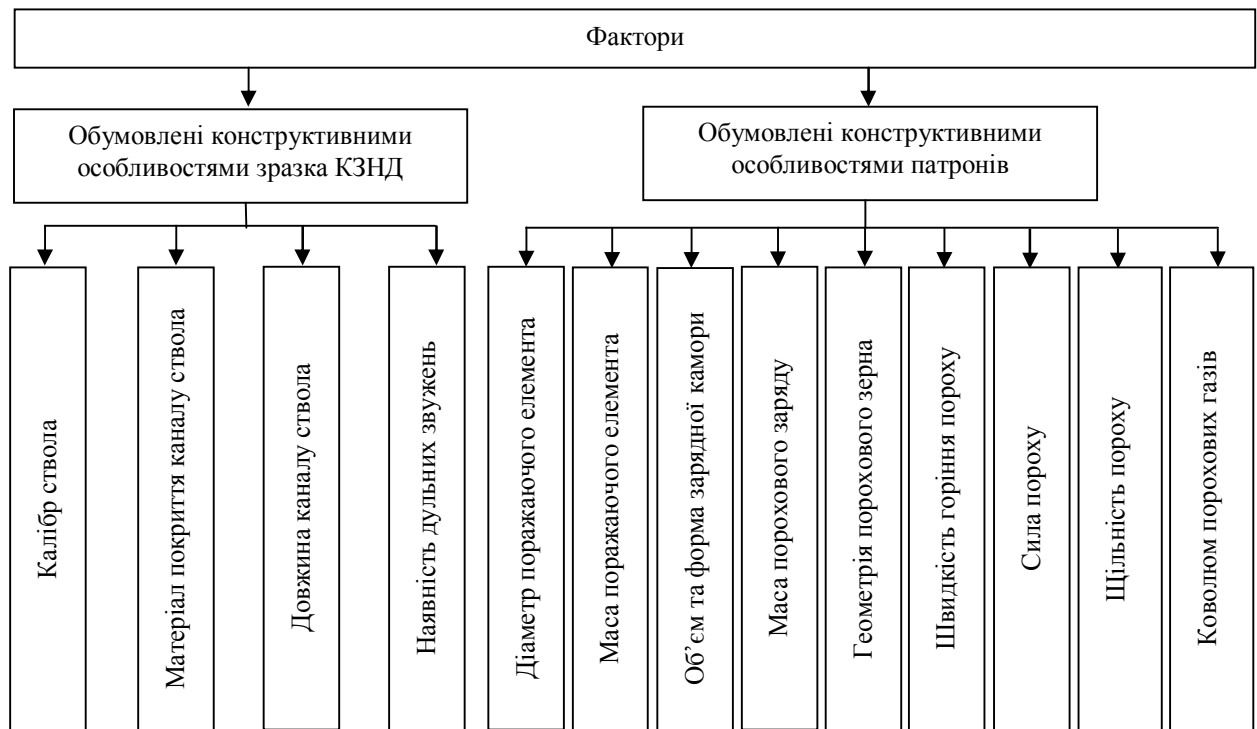


Рис. 1. Фактори, які впливають на дульну швидкість поразяючого елемента

У першу групу входять фактори, обумовлені конструктивними особливостями зразка КЗНД (калібр ствола d , матеріал покриття каналу ствола, довжина каналу ствола l_0 , наявність дульних звужень), а в другу – особливостями патронів (діаметр D та маса m поразяючого елемента, початковий об'єм W_0 та форма χ зарядної камери, маса порохового заряду ω , геометрія порохового зерна, сила пороху f , швидкість горіння пороху u_1 , щільність пороху δ , ковалюм порохових газів α).

Унаслідок існуючих допусків на виготовлення деталей зброї та елементів патронів значення факторів варіюються в деяких межах, отже, значення початкової швидкості не є постійною величиною і змінюється від пострілу до пострілу залежно від їх випадкового збігу.

Фактори першої групи впливають на середнє значення початкової швидкості, але не на її дисперсію [9], тому вони не можуть бути використані для підвищення стабільності швидкості поразяючого елемента.

Фактори, пов'язані з особливостями кожного окремого патрона, не можна заздалегідь спрогнозувати. Не тільки величина, але навіть напрямок відхилення величини V_0 від розрахункового значення в кожному конкретному випадку невідомі. Тому вплив факторів другої групи на стабільність V_0 є більшим.

У випадку, коли підвищення стабільності дульної швидкості за рахунок звуження допусків на виготовлення елементів боєприпасів не є прийнятним через необхідність втручання в технологію виробництва, доцільно розглянути можливість підвищення стабільності V_0 шляхом збільшення номінальних значень величин, що характеризують ці елементи. Тоді за незмінної абсолютної похибки виготовлення окремих елементів боєприпасів, яка визначається особливостями та можливостями технологічного обладнання, відносна похибка зменшиться, що позитивно вплине на стабільність значень V_0 та E_{num} . Отже, необхідно проаналізувати фактори другої групи на предмет виявлення таких, що з одного боку суттєво впливають на розсіювання значень швидкості поразяючого елемента, а з іншого – придатні для корекції.

Враховуючи, що під час проектування зброї вирішується задача балістичного проектування, завданням якої є забезпечення необхідної початкової швидкості снаряду заздалегідь заданих калібру (діаметру) та маси, ці величини довільно змінювати не можна. Фізико-хімічні властивості та основні балістичні характеристики пороху для боєприпасів однієї виробничої партії є величинами стабільними

і на розсіювання значень швидкості поражаючого елемента не впливають.

Об'єм зарядної камери та масу порохового заряду можливо змінювати. Крім того, в боеприпасах для КЗНД ці параметри мають певні особливості. Маса заряду відносно мала та коливається в межах 0,05...0,1 г, що в 5...20 разів менше, ніж в аналогічних боеприпасах для бойової зброї. Це стосується і об'єму зарядної камери пістолетних патронів з двома поражаючими елементами та патронів для рушниць, де W_0 іноді визначається гравіметричною щільністю порошу та набуває мінімальних значень. Тому навіть незначні абсолютні похибки у практичній реалізації цих величин можуть призводити до суттєвих відносних похибок, які обумовлюють низьку стабільність значень V_0 . Отже, з метою підвищення стабільності V_0 доцільно підвищувати номінальні значення саме маси заряду та початкового об'єму зарядної камери.

Зі зростанням маси заряду дульна швидкість зростає, а з підвищенням початкового об'єму зарядної камери – знижується. Таким чином, виникає необхідність у компенсації відхилення середнього значення V_0 від номінального.

Зростання V_0 внаслідок підвищення маси заряду можна компенсувати збільшенням початкового об'єму зарядної камери або корегуванням значень відносно стабільних параметрів, до яких належать фізико-хімічні характеристики порошу. При цьому коволюм порохових газів та щільність порошу коливаються у дуже вузьких межах, а зміна форми та розмірів порохового зерна потребують часткового переобладнання ліній з виробництва порохів. Тому найбільш придатними для корекції є сила та швидкість горіння порошу, які залежать від його хімічного складу.

За допомогою аналітичної моделі процесу пострілу проф. Дроздова [8] проведено розрахунки залежності $\omega(f)$ та $\omega(W_0)$ для рушниць "Форт-500", за яких дульна швидкість поражаючих елементів дорівнює встановленому значенню 300 м/с (рис 2, 3).

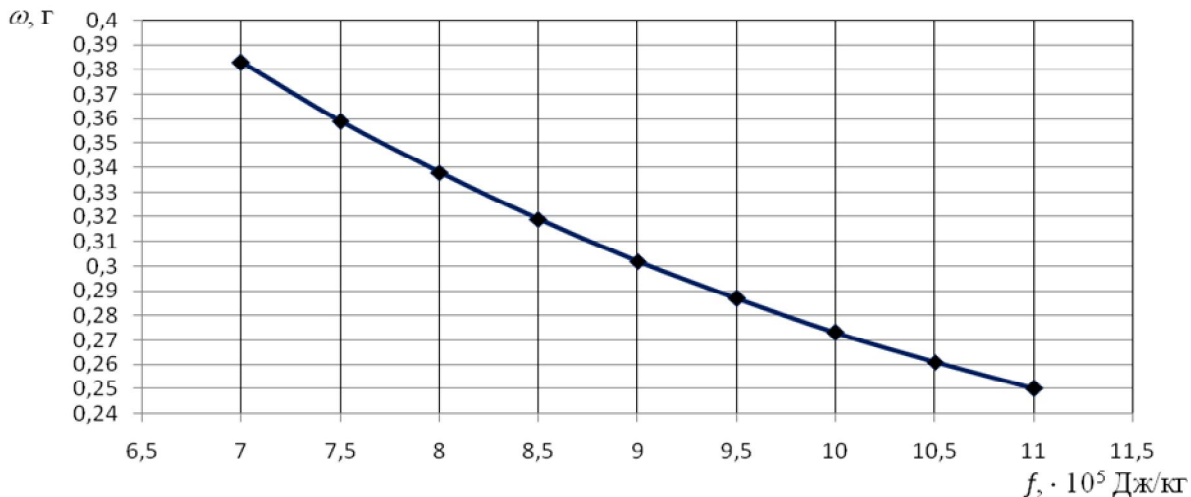


Рис. 2. Залежність маси порохового заряду ω від сили порошу f за умови $V_0 = 300$ м/с

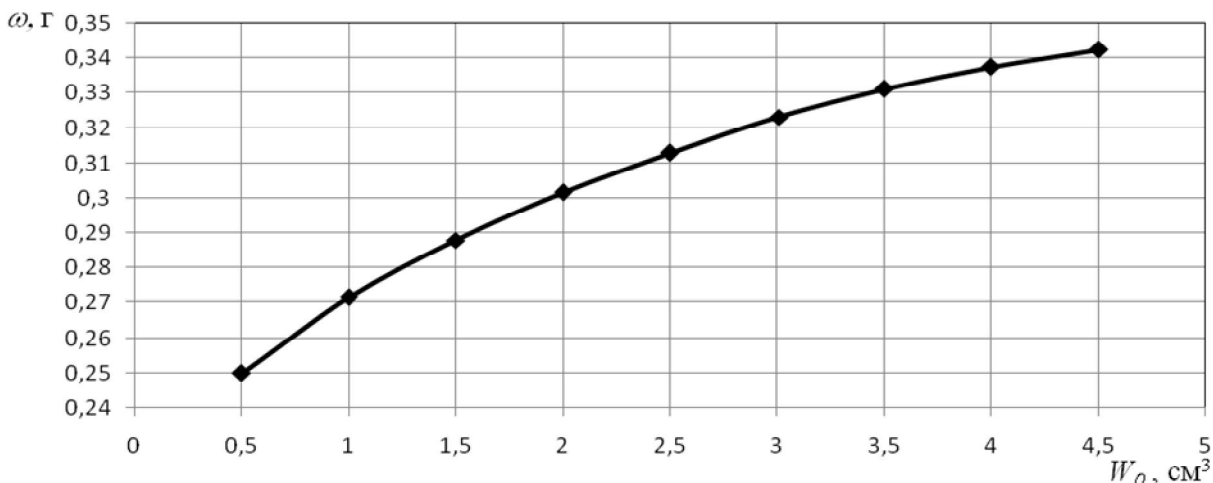


Рис. 3. Залежність маси порохового заряду ω від об'єму зарядної камери W_0 за умови $V_0 = 300$ м/с

З рисунків видно, що зниження значення сили пороху з $11 \cdot 10^5$ до $7 \cdot 10^5$ Дж/кг (на 57 %) дозволяє збільшити масу заряду з 0,25 до 0,383 г (на 54 %); збільшення початкового об'єму зарядної камери з 0,5 до 4,5 см³ (на 900 %) дозволяє збільшити масу заряду з 0,25 до 0,345 г (лише на 38 %). Зі збільшенням початкового об'єму зарядної камери маса заряду зростає дигресивно, а зі зниженням сили пороху – прогресивно, тому що певна маса пороху впливає на дульну швидкість поражаючого елемента пропорційно силі пороху. Крім того, збільшувати значення W_0 можливо лише в патронах для рушниць та за допомогою додаткових елементів або ускладнення процесу складання патрона. Отже, зменшення сили пороху з метою підвищення маси порохового заряду ω та зниження відносної похибки $\delta\omega$ є більш доцільним, ніж збільшення початкового об'єму зарядної камери.

Для визначення впливу маси порохового заряду на стабільність швидкості поражаючого елемента проведені розрахунки для рушниці "Форт-500" за умов спорядження патронів порохами, сила яких $11 \cdot 10^5$ та $7 \cdot 10^5$ Дж/кг, результати розрахунків наведені в таблиці 3.

Т а б л и ц я 3

Балістичні характеристики поражаючих елементів патронів травматичної дії при стрільбі зі зразків КЗНД на дистанції 1 м

Характеристики	Сила пороху f , Дж/кг	
	$11 \cdot 10^5$	$7 \cdot 10^5$
Маса порохового заряду ω , кг	$2,50 \cdot 10^{-4}$	$3,83 \cdot 10^{-4}$
Максимальна абсолютна похибка $\Delta\omega$, кг	10^{-5}	10^{-5}
Максимальна відносна похибка $\delta\omega$, %	4,0	2,6
Максимальна абсолютна похибка ΔV , м/с	10,0	7,4
Максимальна абсолютна похибка ΔE_{num} , Дж/мм ²	0,085	0,065
Середньоквадратичне відхилення дульної швидкості кулі σ_V , м/с	1,72	0,68

З таблиці видно, що зменшення сили пороху на 57 % дозволило знизити значення $\delta\omega$ на 54 % та скоротити величину σ_V у 2,5 рази.

Підвищення стабільності швидкості поражаючого елемента позитивно впливає на стабільність значень E_{num} . Це підтверджується розрахунками залежності меж поля допуску величини E_{num} від маси порохового заряду для рушниці "Форт-500" [10] (за умов: імовірність виходу значення E_{num} за межі поля допуску $2\beta = 0,027$; надійність визначення меж поля допуску $P = 0,95$; обсяг статистичної вибірки $N = 10$; номінальне значення питомої кінетичної енергії поражаючого елемента $E_{num} = 0,45$ Дж/мм²) (рис. 4).

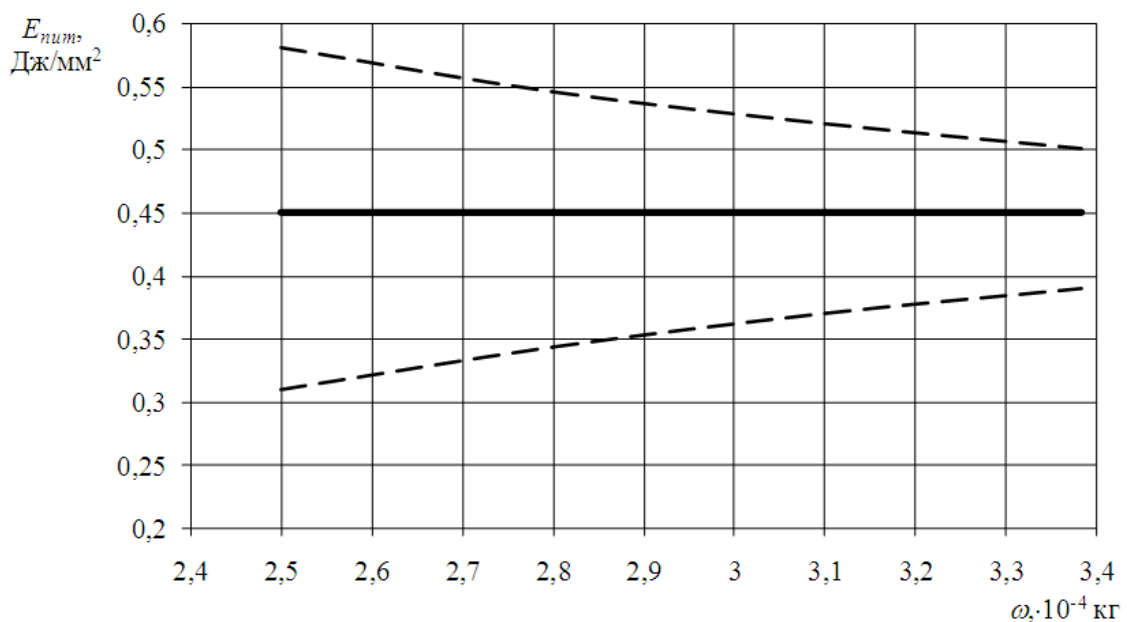


Рис. 4. Залежність меж поля допуску величини E_{num} від маси порохового заряду ω

З рисунку видно, що при масі заряду 2,5 г існує ймовірність перевищення встановленого граничного

значення $E_{\text{нм}} = 0,5 \text{ Дж/мм}^2$ [11]. Збільшення маси заряду знижує цю ймовірність, а при значенні $\omega = 0,383 \text{ г}$ ймовірність виходу значення $E_{\text{нм}}$ за допустимі межі зводиться до мінімуму ($\beta = 0,00135$).

Зауважимо, що зменшення сили пороху вплине на значення характеристики положення снаряду в каналі ствола в момент повного згорання порохового заряду η_k , яке може вийти за встановлені межі (05...08) I_0 [12].

Проте ця проблема може бути вирішена скороченням часу згорання порохового заряду шляхом підвищення швидкості горіння пороху або зменшення товщини шару, що горить, і є предметом подальшого дослідження.

Висновки

Проблема підвищення стабільності швидкості поразючих елементів для патронів з відносно низькими значеннями маси порохового заряду, зокрема для патронів до КЗНД, може бути вирішена шляхом збільшення номінального значення маси порохового заряду та відповідного зменшення сили пороху. Це дозволяє підвищити надійність виконання вогневого завдання та уникнути необхідності технічного переоснащення підприємств, що виробляють боєприпаси до зброї.

Список використаних джерел

1. Біленко О. І. Гладкоствольна зброя нелетальної дії для сил охорони правопорядку / О. І. Біленко, В. В. Пашенко // Наукове забезпечення службово-бойової діяльності внутрішніх військ МВС України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. – Х. : Акад. ВВ МВС України, 2010. – С. 41 – 43.
2. Кутовой С. Г. Арсенал для "войны на асфальте" [Электронный ресурс] / С. Г. Кутовой // Вокруг света. – 2010. – № 9. – С. 52. – Режим доступа: <<http://www.vokrugsveta.ru/telegraph/technics/551>>.
3. Оружие нелетального действия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 17.02.204. <<http://www.novopol.ru/index.html>>.
4. Кирилов В. М. Основания устройства и проектирования стрелкового оружия / В. М. Кирилов. – Пенза, 1963. – 343 с.
5. Зеркалов Д. В. Защита: хрестоматия / Д. В. Зеркалов. – К. : Наук. світ, 2008. – 156 с. – (Безопасность бизнеса: в 4 кн.; кн. 4).
6. Пистолет для стрельбы патронами с эластичной пулей "Форт-12Р", "Форт-17Р". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 10.11.2010. <<http://www.fort.vn.ua>>.
7. Собакар І. С. Аеродинамічні аспекти криміналістичного дослідження уражаючих елементів патронів травматичної (несмертельної) дії [науково-дослідна робота] / І. С. Собакар, О. В. Коломійцев, С. М. Ларьков. – Х., 2010. – 136 с. – № держреєстрації 0109U001204.
8. Біленко О. І. Вплив параметрів заряджання на початкову швидкість кулі / О. І. Біленко, В. В. Афанасьєв // Вестник национального технического университета "ХПИ". – Х. : НТУ "ХПИ", 2007. – № 11. – С. 33–37.
9. Серебряков М. Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет / М. Е. Серебряков. – М. : Оборонгиз, 1962. – 703 с.
10. Методика статистической обработки эмпирических данных [РТМ 44-62 / ред. Чертов Г. И. и др.] – М. : Изд-во стандартов, 1966. – 100 с.
11. Попов В. Л. Судебно-медицинская баллистика / В. Л. Попов, В. Б. Шигеев, Л. Е. Кузнецов. – С Пб. : Гипократ, 2002. – 656 с.
12. Орлов Б. В. Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий / Б. В. Орлов, Э. К. Ларман, В. Г. Маликов. – М. : Машиностроение, 1976. – 432 с.

Стаття надійшла до редакції 17.11.2010 р.