

Бірюков О. І.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОВЖИНИ СТВОЛА ПІСТОЛЕТА НА БАЛІСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БОЄПРИПАСІВ ТРИВАЛОГО ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ

Проведено експериментальне дослідження вимірювання початкової швидкості кулі 9 мм пістолетів з різною довжиною ствола. Розроблена методика прогнозування початкової швидкості кулі від терміну зберігання боєприпасів для фіксованих довжин ствола. Проведено порівняльний аналіз табличних, прогнозованих та експериментальних значень початкової швидкості кулі. Досліджено вплив довжини ствола 9 мм пістолетів на відповідну початкову швидкість кулі при використанні боєприпасів гарантованого та тривалого термінів зберігання.

Ключові слова: *пістолети, довжина ствола, початкова швидкість кулі, тактико-технічні характеристики, боєприпаси тривалого терміну зберігання.*

1. Вступ

Стрілецька зброя, у порівнянні з іншими видами озброєння, такими, як артилерійське, зенітне, ракетне, бронетанкове та інше, є найдешевшим у виготовленні та найпростішим у використанні. Внаслідок цього стрілецька зброя є наймасовішою серед зазначених вище видів.

9 мм пістолети (тут і надалі мається на увазі калібр 9*18 мм), як різновид стрілецької зброї, перебувають на озброєнні військовослужбовців всіх родів і видів збройних сил України та інших військових формувань. Пістолети, у порівнянні з іншими видами стрілецької зброї, такими, як автомати, кулемети, снайперські гвинтівки та інші, складають майже 50 % від загальної кількості всієї стрілецької зброї у переважній більшості військових частин та підрозділів. Цьому сприяє той факт, що саме пістолети є табельною зброєю самого широкого загалу військовослужбовців у відповідності до діючих норм та затверджених табелів належності: від осіб сержантського і старшинського складу до офіцерів включно [1].

Серед 9 мм пістолетів, які перебувають на озброєнні військових частин та підрозділів збройних сил та Національної гвардії України, є:

- 9 мм пістолет Макарова (ПМ);
- 9 мм автоматичний пістолет Стечкина (АПС);
- 9 мм пістолети «ФОРТ-12, -14, -17» та їх модифікації [2].

За останні роки Україна кардинально змінила вектор розвитку та оснащення підрозділів озброєнням від норм та стандартів пострадянського часу на відповідні норми та стандарти країн НАТО. Так у відповідності до Воєнної доктрини України [3] одним з основних завдань воєнної політики України у найближчий час є «реформування Збройних Сил України з метою досягнення оперативної і технічної сумісності зі збройними силами держав — членів НАТО». Що стосується 9 мм пістолетів, то зазначена тенденція вимагає переходу з зазначеного калібру на калібр 9*19 мм [4]. Але для

виготовлення вітчизняних пістолетів під патрон калібру 9*19 мм, таких як «ФОРТ-21.03» [2], його модифікацій чи інших моделей, або для закупівлі пістолетів такого ж калібру, але вже іноземного виробництва, таких як GLOCK [5], BERETTA [6] чи будь-яких інших, у необхідній кількості — потрібні величезні кошти. А враховуючи аналогічну ситуацію з патронами та комплектуючими, маємо реальні терміни завершення цього переходу в не один десяток років.

З іншого боку маємо на складах та у використанні велику кількість 9 мм пістолетів, які ще не вичерпали свій ресурс: ні загальний — від 5 до 10 тис. пострілів, ні живучості стволів окремо — до 4 тис. пострілів [7]. 9 мм патрони до цих пістолетів також зберігаються на відповідних базах та арсеналах у достатньо великій кількості, але, на відміну від зброї, терміни зберігання більшості з них вже перевищили гарантійні 10 років та продовжують неухильно збільшуватись [8].

На підставі зазначеного можна стверджувати, що всі наукові дослідження та розробки, які стосуються пістолетів та боєприпасів калібру 9 мм в цілому та ролі довжини ствола пістолета при використанні боєприпасів тривалого терміну зберігання зокрема, мають актуальність, як на теперішній час, так і на наступні роки.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є зміни фізичних властивостей порохових зарядів в процесі тривалого зберігання та їх вплив на балістичні характеристики 9 мм пістолетних патронів.

Предметом дослідження є внутрішня та зовнішня балістика, а саме балістичні характеристики 9 мм пістолетних патронів тривалого терміну зберігання на різних термінах його зберігання.

На даний час доведено [7, 9–14], що балістичні характеристики боєприпасів з тривалим (більше 30-ти років)

терміном зберігання погіршуються зі збільшенням цього терміну у порівнянні з заявленими тактико-технічними характеристиками та реальними експериментальними показниками, отриманими при стрільбі боеприпасами гарантованого терміну зберігання. Основна з цих причин — старіння порохових зарядів, що виражається через зміни їх фізичних властивостей.

Внаслідок цього процесу разом з балістичними характеристиками боеприпасів погіршуються і відповідні тактико-технічні характеристики самої зброї. Цей факт недопустимий при її бойовому застосуванні, як в мирний час, при проведенні навчальних стрільб, так і при виконанні службово-бойових та бойових завдань. Особливо актуальною ця проблема стає при використанні зброї на території проведення антитерористичної операції в Східних областях держави в умовах безпосереднього зіткнення з незаконними збройними формуваннями.

3. Мета і задачі дослідження

Метою дослідження є експериментальне встановлення ступеню впливу довжини ствола 9 мм пістолетів, на початкову швидкість кулі при використанні боеприпасів тривалого терміну зберігання.

Для досягнення поставленої мети треба вирішати наступні задачі:

- провести теоретичні розрахунки, які необхідні для визначення залежності початкової швидкості кулі від довжини ствола 9 мм пістолетів на підставі їх тактико-технічних характеристик;
- отримати експериментальним шляхом значення початкової швидкості кулі при стрільбі з 9 мм пістолетів з різною довжиною ствола боеприпасами гарантованого та тривалого терміну зберігання;
- розробити методики прогнозування початкової швидкості кулі одних пістолетів на підставі відповідних значень початкової швидкості кулі інших пістолетів;
- зробити прогнозування початкової швидкості кулі 9 мм пістолетів «ФОРТ» та АПС за результатами отриманих експериментальних значень початкової швидкості кулі 9 мм пістолету ПМ;
- провести порівняльний аналіз табличних, прогнозованих та експериментальних значень відповідних початкових швидкостей;
- надати наукове обґрунтування результатам, які отримані в ході проведення порівняльного аналізу.

4. Аналіз літературних даних

Процес природного старіння боеприпасів в цілому та порохових зарядів зокрема незалежно від їх видів, калібрів, умов зберігання чи впливу оточуючого середовища [9] є незворотнім процесом. Умови, температура, термін зберігання та герметичність боеприпасів так чи інакше впливають на процес їх старіння, прискорюючи або сповільнюючи його. Саме цей процес і змушує переводити наявні боеприпаси у розряд таких, які мають довготривалий, або післягарантійний термін зберігання.

За останні 10 років лише в Україні було проведено ряд наукових експериментальних робіт по вивченню ступеню впливу використання стрілецьких [7, 10, 11], артилерійських [12], артилерійських, але морської номенклатури [13] та танкових [14] боеприпасів тривалого

терміну зберігання як на технічний стан відповідних зразків озброєння, так і на їх балістичні характеристики. Але в зазначених вище та аналогічних роботах не зустрічаються дослідження впливу довжини ствола зразку озброєння при використанні боеприпасів тривалого терміну зберігання на балістичні характеристики зброї взагалі та початкової швидкості польоту кулі (снаряду) зокрема.

В роботі [14] було встановлено, що геронтологічні зміни властивостей порохових зарядів істотно впливають не тільки на початкову швидкість снаряда, але і на знос ствола гармати, а інтенсивність зносу і його характер — по довжині ствола. І хоч в експерименті і брали участь 3 одиниці зброї, дослідити вплив довжини ствола 125 мм танкової гармати на її балістичні характеристики при використанні відповідних боеприпасів було не доцільно. Об'єктивна тому причина полягає в тому, що більшість сучасних танків, таких як Т-64А (до 1974 року), Т-64А, Т-64Б, Т-80Б, Т-72Б, Т-72Б (М), Т-80Б, Т-80БВ, Т-80У, Т-80УД, Т-90 та Т-80 У-М1 та сучасних танків Т-64БМ «Булат» і Т-84У «Оплот» мають на озброєнні гармати відповідних індексів 2А26 (Д-81Т), 2А46-1 (Д-81ТМ), 2А46-2, 2А46М, 2А46М-1, 2А46М-2, 2А46М-4/2А46М-5 з однаковою довжиною труби ствола, яка для всіх становить 6000 мм.

В роботі [13] виявлена закономірність для артилерійських боеприпасів малого калібру в умовах їх тривалого зберігання, що зв'язує зменшення маси заряду унітарного пострілу і початкової швидкості снаряда. При цьому зустрічаються згадки лише про зміни початкових швидкостей 25 мм артилерійської установки 2М-3М та 30 мм артилерійської установки АК-630. Ці установки, як вочевидь, мають різні калібри, тому проведення порівняльного дослідження впливу довжини їх стволів на їх же балістичні характеристики при використанні зазначених в роботі [13] боеприпасів є недоцільним, а тому і не проводилось.

В роботі [12] були отримані дані, як основа для корекції методики формування вихідних даних для стрільби зі 120 мм міномета 2-Б-11 при застосуванні боеприпасів тривалих термінів зберігання, що практично пов'язано з розробкою методики щодо внесення поправок у вихідні дані для стрільби на горизонтальну дальність з урахуванням тривалості зберігання порохового металевих зарядів. В той час в експерименті було залучено лише 120 мм полковий міномет 2-Б-11. Інші моделі існуючих 120 мм мінометів, стволи яких за своєю довжиною відрізняються від залученого міномету 2-Б-11, не залучались, тому і в матеріалах цієї роботи інформації про вплив довжини ствола міномету на балістичні характеристики при використанні металевих зарядів тривалого терміну зберігання не має.

В роботі [11] виявлено закономірність зміни початкової швидкості кулі, пов'язаної зі зносом каналу ствола та елементів автоматики зброї, що викликано застосуванням боеприпасів тривалих термінів зберігання. Але в цій роботі автори відразу, ще у назві роботи, обмежили можливості по залученню до експерименту інших видів зброї калібру 5,45 мм та визначились на одному єдиному виді стрілецької зброї такого ж калібру — на автоматі Калашникова АК-74. І хоч в експерименті і було залучено 4 одиниці зброї — всі вони були одного виду та, відповідно, мали однакову довжину ствола.

В роботі [10] була розроблена модель, що прогнозує зміни початкової швидкості кулі від тривалості зберіган-

ня боєприпасів. В ході експерименту головний акцент було поставлено на стрілецькі боєприпаси різних калібрів та різних термінів зберігання: «... – 7,62 мм винтовочные патроны (срок хранения – 16, 33, 46 лет); – 7,62 мм револьверные патроны с уменьшенным зарядом (срок хранения – 26, 38 лет); – 9 мм пистолетные патроны ПМ (срок хранения – 2, 38 лет)». Про залучення в експерименті зброї з різною довжиною ствола по кожному окремому калібру не йдеться взагалі, а проведення порівняльного дослідження впливу довжини їх стволів на їх же балістичні характеристики при використанні зазначених в роботі [10] боєприпасів є недоцільним по аналогічній причині, що і у роботі [13].

З аналізу наведених вище публікацій стає зрозумілим, що експериментальне дослідження впливу довжини ствола зброї на її балістичні характеристики при використанні боєприпасів тривалого терміну зберігання не проводились з наступних причин:

- наявність в роботі [14] у різноманітних зразках зброї досліджуваного калібру однакової довжини труби ствола;
- використання в роботах [10, 13] зразків зброї та боєприпасів до них, які мають між собою різні калібри відповідно;
- використання в експериментальній роботі [12] зброї лише одного з можливих видів;
- надмірна деталізація теми експериментальної роботи [11].

Відсутність такого експерименту підкреслює багатогранність існування проблематики використання боєприпасів тривалих термінів зберігання та наявність в ній ряду недосліджених елементів.

У зв'язку з вищезазначеним та з метою виконання поставленого у попередній роботі [7] наукового завдання і продовження експериментального дослідження зносу стволів 9 мм пістолетів при стрільбі боєприпасами тривалого терміну зберігання [15] і обумовлюється необхідність проведення відповідного експериментального дослідження ролі довжини ствола зброї на її балістичні характеристики.

5. Матеріали та методи дослідження

5.1. Досліджувані зброя, боєприпаси, вимірювальне обладнання, умови та схема проведення експерименту. До проведення експерименту було залучено три одиниці 9 мм пістолетів з різною довжиною ствола:

- 9 мм пістолет Макарова ПМ № ХІ-7688;
- 9мм пістолет «ФОРТ-14ТП» (далі: «ФОРТ») № К-0978;
- 9 мм автоматичний пістолет Стечкина АПС №ПК-2061.

При їх відборі були враховані вимоги та рекомендації попередніх робіт [7, 11]. Основні тактико-технічні характеристики (ТТХ) зброї, яка відібрана до експерименту, наведено в табл. 1 на підставі відповідної технічної документації [16–18], а на рис. 1 представлені їх зображення в розібраному стані.

Таблиця 1

Основні тактико-технічні характеристики пістолетів

№ п/п	Найменування характеристик	Од. виміру	9 мм ПМ	9 мм «ФОРТ»	9 мм АПС
1	Довжина ствола пістолету, l	мм	93	123	140
2	Початкова швидкість кулі, V_0	м/с	315	335	340
3	Калібр	мм	9*18	9*18	9*18

В ході стрільби використовувались наступні боєприпаси І категорії [19] (рис. 2):

- 9 мм пістолетні патрони з кулею зі сталевим осердям (57-Н-181С) партії 38-69, 1969 року випуску, термін зберігання яких становить 47 років (τ_1);
- 9 мм пістолетні патрони з кулею зі сталевим осердям (57-Н-181С) партії 38-86, 1986 року випуску, термін зберігання яких становить 30 років (τ_2);
- 9 мм пістолетні патрони з кулею зі сталевим осердям (57-Н-181С) партії 270-02, 2002 року випуску, термін зберігання яких становить 14 років (τ_3).



Рис. 1. Порівняння довжини стволів 9 мм пістолетів: а — 9 мм пістолет Макарова ПМ; б — 9 мм пістолет «ФОРТ»; в — 9 мм автоматичний пістолет Стечкина АПС



Рис. 2. 9 мм патрони: зліва направо: 2002, 1986 та 1969 року випуску відповідно

Для перевірки стану каналу ствола під час відбору зброї використовувався сучасний бароскоп Hawkeye® Pro Slim, принцип дії і основні ТТХ якого представлені в матеріалі [20] (рис. 3).



Рис. 3. Бароскоп Hawkeye® Pro Slim

Для вимірювання початкової швидкості кулі використовувався сучасний цифровий хронометр ProChrono Digital CEI-3800 2012 р., принцип дії і основні ТТХ якого представлені в роботі [21] (рис. 4).

Експеримент проводився у відкритому тирі на території та з використанням матеріально-технічної бази однієї з військових частин Національної гвардії України при наступних метеорологічних умовах: температура повітря +26 °С; вологість — 49 %; тиск — 995 гПа; швидкість вітру — 2,5 м/с, без опадів в ясну погоду.

Схема експерименту представлена на рис. 5 та є аналогічною до роботи [7].



Рис. 4. Цифровий хронометр ProChrono Digital

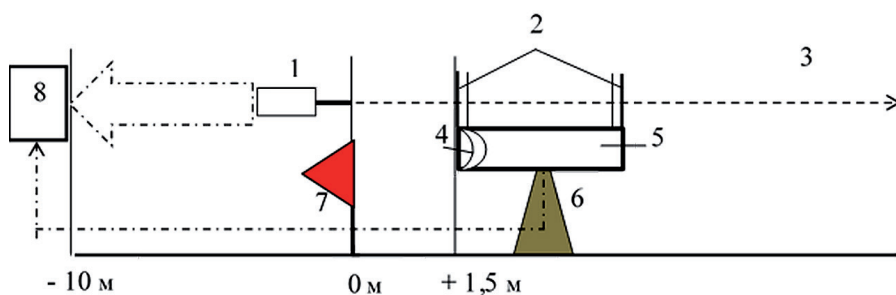


Рис. 5. Схема експерименту: 1 — пістолет; 2 — променеві датчики; 3 — траєкторія польоту кулі; 4 — рідкокристалічний екран; 5 — хронометр ProChrono; 6 — тринога; 7 — рубіж відкриття вогню; 8 — пункт обробки результатів

5.2. Порядок проведення експерименту. Проведення відбору зброї. Для експерименту була відібрана зброя, яка за технічним станом ствола і патронника відповідає I категорії у відповідності до «Інструкції про порядок категорювання ракетно-артилерійського озброєння» [19]. Відповідно програми експериментального дослідження [7] зі зразками зброї були проведені наступні заходи:

- перевірка зброї калібрами на предмет її технічної справності [22];
- перевірка стану каналу ствола по всій його довжині на предмет виявлення зносу полів нарізів, раковин та інших ушкоджень, які б негативно вплинули на якість проведення експерименту, в тому числі і за допомогою бароскопа [21];
- перед стрільбою кожної серії боєприпасів однієї партії — повне технічне обслуговування зброї з використанням виключно передбаченими для цього мастильними та обтиральними матеріалами в обсязі, який визначено відповідною технічною документацією [16–18].

Відбір та перевірка боєприпасів. З метою зменшення похибки експерименту патрони кожної окремої партії були взяті за аналогічним до попереднього експерименту [7] принципом: з одного ящика, одного цинку і сусідніх між собою патронних пачок. Кожен патрон було оглянуто та перевірено на предмет відсутності деформації, ушкоджень, іржі, нальоту, тощо.

Встановлення, налаштування та перевірка приладу вимірювання початкової швидкості кулі. Підготовка зброї та боєприпасів до стрільби.

Виконання серії пострілів одиночним вогнем з кожного виду зброї кожною партією боєприпасів у відповідності до наведеної вище схеми експерименту. Фіксування отриманих з хронометру [21] даних початкової швидкості кулі при кожному пострілі.

При проведенні експерименту не враховувались можливі похибки, пов'язані з наступними характеристиками та величинами:

- різниця у вагових та лінійних характеристиках між патронами однієї партії;
- кількість і характеристики нарізів та полів у стволах експериментальної зброї;
- похибки в показниках хронографу;
- різниця відстаней розташування зброї в момент пострілу по відношенню до датчиків хронографа.

5.3. Методика проведення теоретичних розрахунків, які необхідні для визначення залежності початкової швидкості кулі від довжини ствола 9 мм пістолетів.

Визначення порівняльного коефіцієнту початкової швидкості кулі (k_{v_0}). Порівняльний коефіцієнт пістолету дорівнює відношенню його початкової швидкості кулі ($V_{0збр}$) до початкової швидкості кулі пісто-

лета ПМ ($V_{0\text{ПМ}}$) та розраховується по формулі (1) для кожного пістолету окремо.

$$k_{V_0} = \frac{V_{0\text{збр}}}{V_{0\text{ПМ}}}. \quad (1)$$

Визначення коефіцієнту залежності початкової швидкості кулі від довжини ствола ($k_{V_0/l}$). Коефіцієнт дорівнює відношенню табличної початкової швидкості кулі ($V_{0\text{збр}}$) пістолету до його табличного значення довжини ствола (l) та розраховується по формулі (2) для кожного пістолету окремо.

$$k_{V_0/l} = \frac{V_{0\text{збр}}}{l}. \quad (2)$$

Побудова графіку залежності початкової швидкості кулі від довжини ствола пістолету на підставі існуючих табличних значень цих показників для 9 мм пістолетів ПМ, «ФОРТ» та АПС.

Отримання висновку, щодо виду залежності зазначених величин, на підставі побудованого графіку. Підтвердження отриманого висновку шляхом порівняння між собою отриманих коефіцієнтів ($k_{V_0/l}$).

Переведення значень довжини ствола пістолетів (l) з мм в м у відповідності до системи Сі.

Враховуючи те, що куля рухається в стволі пістолета прямолінійно рівноприскорено — визначення прискорення кулі (a) для кожного з пістолетів здійснюється по формулі:

$$a = \frac{V_0^2}{2l}. \quad (3)$$

Визначення порівняльного коефіцієнту прискорення (k_a). Коефіцієнт дорівнює відношенню прискорення кулі зброї ($k_{a\text{збр}}$) до прискорення кулі пістолету ПМ ($k_{a\text{ПМ}}$) та розраховується по формулі (4) для кожного пістолету окремо.

$$k_a = \frac{k_{a\text{збр}}}{k_{a\text{ПМ}}}. \quad (4)$$

Визначення мінімально допустимої початкової швидкості кулі ($V_{0\text{min}}$) для кожного пістолету. Враховуючи те, що зниження початкової швидкості кулі (V_0) допускається не більше ніж на 5 %, — мінімально допустима початкова швидкість кулі ($V_{0\text{min}}$) розраховується по формулі:

$$V_{0\text{min}} = 95\% V_0. \quad (5)$$

5.4. Методика експериментального визначення початкової швидкості кулі 9 мм пістолетів з різною довжиною ствола. Застосована методика аналогічна до ряду наукових робіт [7, 10, 11]. Вона основана на вимірюванні часу, який потрібен для подолання кулею при пострілі відстані між двома датчиками. На основі різниці в часі між отриманими сигналами від датчиків

вираховується час, необхідний для подолання кулею відстані між двома датчиками. Отримавши цей час і знаючи відстань між датчиками (constant), розраховується швидкість кулі. Для автоматизації цього процесу використовуються різноманітні хронометри. В даному експерименті — це цифровий хронометр ProChrono Digital CEI-3800 [21] (рис. 4).

Головними вимогами до застосування цієї методики є:

— однакові по виду, калібру, технічному стану і виробничим даним боєприпаси;

— однакові по виду, калібру та технічному стану зразки зброї;

— однакові погодні та інші умови експерименту.

Методика включає в себе:

— проведення декількох пострілів (n) з пістолету згідно з вимогами цієї методики;

— отримання експериментальних результатів початкової швидкості кулі кожного пострілу (V_1, V_2, \dots, V_n);

— розрахунок середньої початкової швидкості кулі ($V_{\text{ср}n}$) за формулою:

$$V_{\text{ср}n} = \frac{(V_2 + V_3 + \dots + V_n)}{n}; \quad (6)$$

— з урахуванням так званого ефекту стрільби з «холодного ствола» [7, 23], який полягає в тому, що балістичні характеристики зброї при стрільбі з «холодного ствола» (перший постріл в серії) відрізняються від балістичних характеристик при стрільбі з «гарячого ствола» (другий і наступні постріли в серії).

Середня розрахункова початкова швидкість кулі ($V_{\text{ср}n}$) і буде експериментальною початковою швидкістю кулі (V_{0e}).

5.5. Методика прогнозування початкової швидкості кулі 9 мм пістолетів та дослідження її залежності від довжини їх стволів при використанні боєприпасів гарантованого та тривалого термінів зберігання. Запропонована нижче методика прогнозування початкової швидкості кулі зброї ($V_{\text{прогн}}$) основана на отриманих експериментальних даних початкової швидкості кулі іншої зброї з іншою довжиною ствола. В конкретному експерименті це прогнозування початкової швидкості кулі для пістолетів «ФОРТ» та АПС на основі відповідних даних пістолету ПМ.

Здійснення такого прогнозування, при використанні боєприпасів гарантованого і тривалого терміну зберігання доцільно лише при умові, що показники експериментальних початкових швидкостей кулі (V_{0e}) 9 мм пістолету ПМ більші за показник мінімально допустимої початкової швидкості кулі ($V_{0\text{min}}$) цього пістолету, тобто задовольняють нерівності:

$$V_{0e} > V_{0\text{min}}. \quad (7)$$

З формули (3) виводимо формулу розрахунку прогнозованої швидкості кулі зброї ($V_{\text{прогн}}$):

$$V_{\text{прогн}} = \sqrt{2a_{\text{збр}}l_{\text{збр}}}. \quad (8)$$

Вираз прискорення кулі зброї ($a_{\text{збр}}$) через розраховане по формулі (3) прискорення кулі пістолету ПМ ($a_{\text{ПМ}}$) та за допомогою розрахованого раніше коефіцієнту

прискорення (k_a) для відповідних табличних показників по формулі:

$$a_{збр} = a_{ПМ} k_a \quad (9)$$

Підстановка виразу (9) у формулу (8) та оформлення її у вигляді:

$$V_{прогн} = \sqrt{2a_{ПМ} k_a l_{збр}} \quad (10)$$

Розрахунок похибки між прогнозованою ($V_{прогн}$) та експериментальною (V_{0e}) початковими швидкостями кулі за формулою:

$$100\% - \frac{V_{0e}}{V_{прогн}} 100\% \quad (11)$$

Розрахунок зменшення експериментальної початкової швидкості кулі (V_{0e}) по відношенню до табличної початкової швидкості кулі ($V_{0збр}$) для боеприпасів кожного терміну зберігання (τ) за формулою:

$$\frac{V_{0e}}{V_{0збр}} = 100\% - \left(\frac{V_{0e} 100\%}{V_{0збр}} \right) \quad (12)$$

Розрахунок і порівняння інтенсивності зменшення експериментальної початкової швидкості кулі (V_{0e}) для пістолетів «ФОРТ» і АПС за формулою:

$$\frac{V_{0eзбр}}{V_{0збр}} \frac{V_{0eПМ}}{V_{0ПМ}} \quad (13)$$

Визначення впливу довжини ствола (l) на інтенсивність зміни експериментальної початкової швидкості кулі 9 мм пістолетів.

Складання графіків залежності отриманих швидкостей від довжини ствола зброї при використанні боеприпасів гарантованого і тривалого терміну зберігання та визначення відповідної залежності.

6. Результати досліджень

6.1. Проведення теоретичних розрахунків, які необхідні для визначення залежності початкової швидкості кулі від довжини ствола 9 мм пістолетів. Розрахунок по формулі (1) порівняльних коефіцієнтів початкової швидкості кулі (k_{V_0}) для пістолетів «ФОРТ» та АПС. Дані занесені до табл. 2.

Розрахунок коефіцієнту залежності початкової швидкості кулі від довжини ствола ($k_{V_0/l}$) для кожного пістолету по формулі (2). Дані занесені до табл. 2.

На підставі існуючих табличних значень (табл. 1) початкових швидкостей кулі (V_0) та довжини стволів (l) 9 мм пістолетів ПМ, «ФОРТ» та АПС будуюмо графік залежності першої величини від другої (рис. 6).

Виходячи з отриманого графіку (рис. 6), приходимо до висновку, що залежність початкової швидкості кулі від довжини ствола 9 мм пістолетів не є прямолінійною. Отриманий висновок підтверджується відсутністю рівняння між значеннями коефіцієнту залежності початкової швидкості кулі від довжини ствола пістолетів ПМ ($k_{V_0/l_{ПМ}}$), «ФОРТ» ($k_{V_0/l_{Форт}}$) та АПС ($k_{V_0/l_{АПС}}$), а саме:

$$3,3871 \neq 2,7236 \neq 2,4286.$$

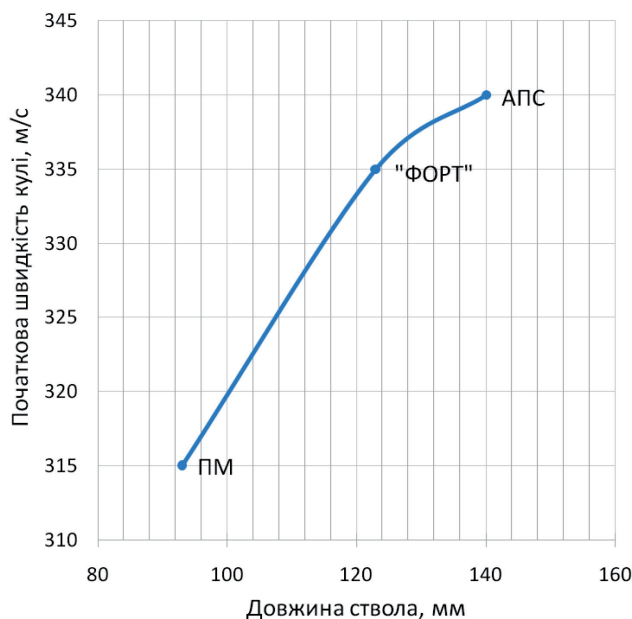


Рис. 6. Графік залежності початкової швидкості кулі від довжини ствола 9 мм пістолетів ПМ, «ФОРТ» та АПС

Для подальших розрахунків переводимо довжину ствола пістолетів (l) з мм в м у відповідності до системи Сі. Дані занесені до табл. 2.

Розрахунок прискорення кулі (a) для кожного з пістолетів по формулі (3). Дані занесені до табл. 2.

Розрахунок порівняльного коефіцієнту прискорення (k_a) для кожного з пістолетів по формулі (4). Дані занесені до табл. 2.

Розрахунок мінімально допустимої початкової швидкості кулі (V_{0min}) для кожного з пістолетів по формулі (5). Дані занесені до табл. 2.

Таблиця 2

Розрахункові дані

№ п/п	Найменування характеристик	Од. виміру	9 мм ПМ	9 мм «ФОРТ»	9 мм АПС
1	Порівняльний коефіцієнт початкової швидкості кулі, k_{V_0}	—	1	1,0635	1,0764
2	Коефіцієнт залежності початкової швидкості кулі від довжини ствола, $k_{V_0/l}$	—	3,3871	2,7236	2,4286
3	Довжина ствола пістолету, l	м	0,093	0,123	0,14
4	Прискорення кулі, a	м/с ²	533468	456199	412857
5	Коефіцієнт прискорення, k_a	—	1	0,8552	0,7739
6	Мінімально допустима початкова швидкість кулі, V_{0min}	м/с	299,25	318,25	323

6.2. Прогнозування та експериментальне визначення початкової швидкості кулі 9 мм пістолетів з різною довжиною ствола при використанні боеприпасів, як гарантованого, так і тривалого терміну зберігання. У відповідності до вказаної вище методики проведено по шість пострілів з кожного пістолету боеприпасами кожної партії. Отримані експериментальні результати початкової швидкості кулі пострілів з 2-го по 6-й включно занесені до табл. 3.

Таблиця 3

Експериментальні та прогнозовані дані початкової швидкості кулі

Найменування характеристик	ПМ			«ФОРТ»			АПС		
	ХИ-7688			К-0978			ПК-2061		
Серія боєприпасів	38-69	38-86	270-02	38-69	38-86	270-02	38-69	38-86	270-02
Початкова швидкість, V_{02}	300	308	320	306	328	340	321	327	353
Початкова швидкість, V_{03}	303	313	313	320	332	339	320	324	342
Початкова швидкість, V_{04}	302	311	325	323	327	341	324	334	338
Початкова швидкість, V_{05}	304	318	317	324	336	334	317	343	343
Початкова швидкість, V_{06}	303	310	318	321	328	338	318	342	340
Експериментальна початкова швидкість кулі, V_{0e}	302,4	312	318,6	318,8	330,2	338,4	320	334	343,2
Прогнозована початкова швидкість кулі, $V_{прогн}$	прогнозування не здійснювалось			321,6	331,8	338,8	326,4	336,8	343,9
Похибка між прогнозованою та експериментальною початковими швидкостями	—	—	—	0,87 %	0,48 %	0,12 %	1,96 %	0,83 %	0,20 %
Зменшення експериментальної початкової швидкості кулі	4,00 %	0,95 %	-1,14 %	4,84 %	1,43 %	-1,01 %	5,88 %	1,76 %	-0,94 %
Інтенсивність зміни експериментальної початкової швидкості	—	—	—	0,84 %	0,48 %	0,13 %	1,88 %	0,81 %	0,20 %

Розрахунок експериментальної початкової швидкості кулі (V_{0e}), яка дорівнює середній початковій швидкості кулі ($V_{срн}$), за формулою (6) для кожної партії боєприпасів при стрільбі з кожного зразку зброї. Дані занесені до табл. 3.

В конкретному дослідженні значення експериментальних початкових швидкостей кулі (V_{0e}) пістолету ПМ при використанні боєприпасів всіх трьох партій задовольняють умовам нерівності (7), а саме:

$$302,4 > 299,25;$$

$$312 > 299,25;$$

$$318,6 > 299,25.$$

Прогнозування початкової швидкості кулі ($V_{прогн}$) для пістолетів «ФОРТ» та АПС на основі відповідних даних пістолету ПМ. Прогнозована швидкість розраховується за формулою (10). Дані занесені до табл. 3.

Розрахунок похибки між прогнозованою ($V_{прогн}$) та експериментальною (V_{0e}) початковими швидкостями за формулою (11). Дані занесені до табл. 3.

Розрахунок зменшення експериментальної початкової швидкості кулі (V_{0e}) за формулою (12). Дані занесені до табл. 3. Знак « \leftarrow » вказує на перевищення показником експериментальної швидкості кулі (V_{0e}) відповідного показника початкової швидкості (V_0). Крім того для пістолету АПС та боєприпасів з терміном зберігання (τ_1) зменшення експериментальної швидкості кулі (V_{0e}) перевищило допустимий ліміт в 5 % та склало 5,88 %, що не дає змоги в подальшому використовувати ці боєприпаси з цієї зброї.

Розрахунок інтенсивності зменшення експериментальної початкової швидкості кулі (V_{0e}) для пістолетів

«ФОРТ» і АПС при використанні боєприпасів кожної партії за формулою (13). Дані занесені до табл. 3.

На підставі отриманих значень (табл. 3) експериментальних (V_{0e}) і прогнозованих ($V_{прогн}$) початкових швидкостей кулі та табличних даних довжини стволів (l) та початкової швидкості кулі (V_0) 9 мм пістолетів ПМ, «ФОРТ» та АПС (табл. 1) будуємо графіки залежності зміни зазначених початкових швидкостей кулі від довжини стволів відповідної зброї для кожної партії боєприпасів (рис. 7) аналогічно до графіку, який зображено на (рис. 6).

При побудові графіку показники прогнозованої початкової швидкості кулі ($V_{прогн}$) для пістолету ПМ умовно дорівнюють показникам експериментальної початкової швидкості кулі (V_{0e}) цього пістолету при використанні боєприпасів відповідної партії.

На підставі отриманих значень (табл. 3) експериментальної початкової швидкості кулі (V_{0e}) і табличних даних довжини ствола (l) та початкової швидкості кулі (V_0) 9 мм пістолету ПМ (табл. 1) будуємо графіки зміни експериментальної та табличної початкової швидкості кулі окремо для кожної партії боєприпасів для кожної партії боєприпасів:

- 1969 року випуску (рис. 8, а);
- 1986 року випуску (рис. 8, б);
- 2002 року випуску (рис. 8, в).

Графік прогнозованої початкової швидкості кулі ($V_{прогн}$) для пістолету ПМ прийнято умовно таким, який співпадає з відповідним графіком експериментальної початкової швидкості кулі (V_{0e}) цього пістолету при використанні боєприпасів тієї ж партії.

Аналогічно до графіків (рис. 8, а-в) для пістолета ПМ будуємо аналогічні графіки для пістолетів «ФОРТ» (рис. 9, а-в) і АПС (рис. 10, а-в). Додатково будуємо зміну залежності прогнозованої швидкості кулі ($V_{прогн}$) пістолетів «ФОРТ» та АПС від їх відповідної довжини ствола (l).

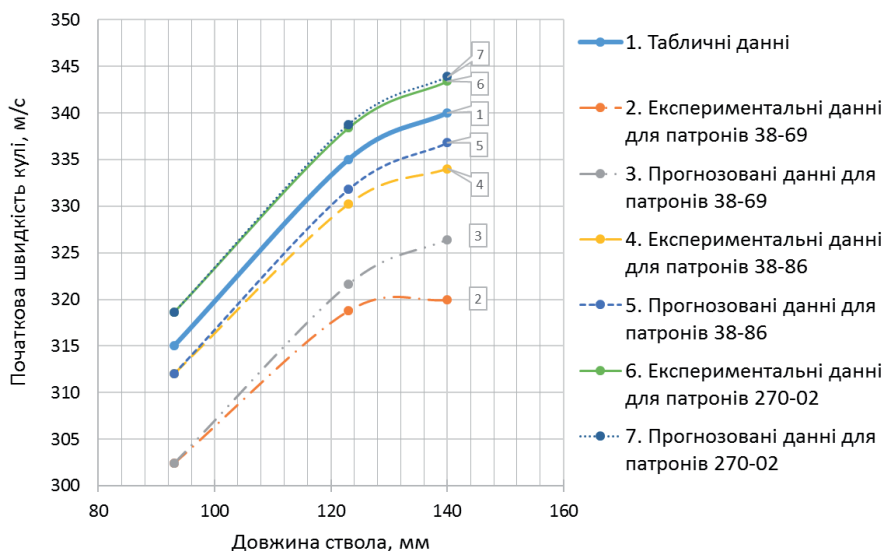


Рис. 7. Графіки залежності зміни експериментальних та прогнозованих початкових швидкостей кулі 9 мм пістолетів ПМ, «ФОРТ» та АПС при стрільбі боєприпасами, як гарантованого, так і тривалого терміну зберігання

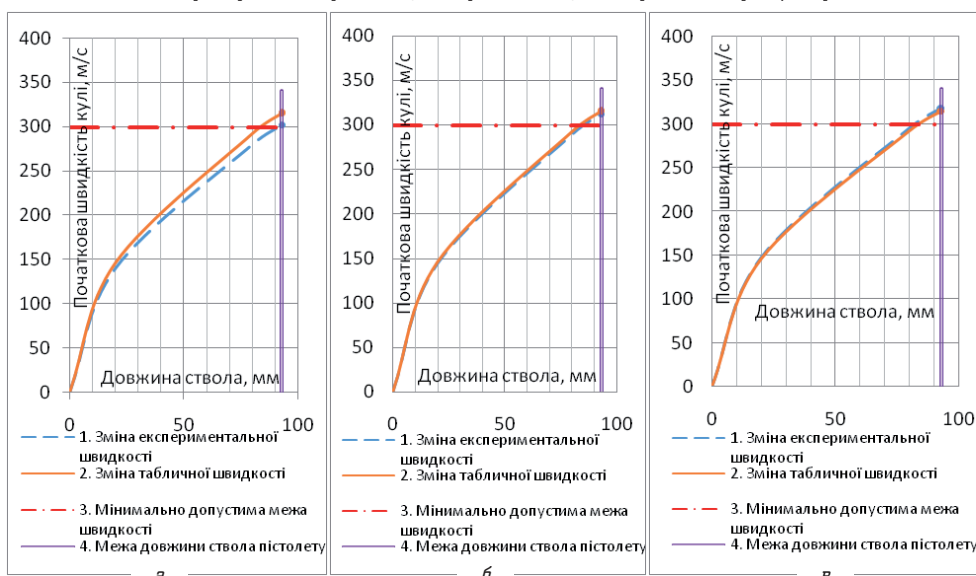


Рис. 8. Графіки зміни експериментальних та табличних початкових швидкостей кулі 9 мм пістолету ПМ при використанні боєприпасів: а — 1969 року випуску; б — 1986 року випуску; в — 2002 року випуску

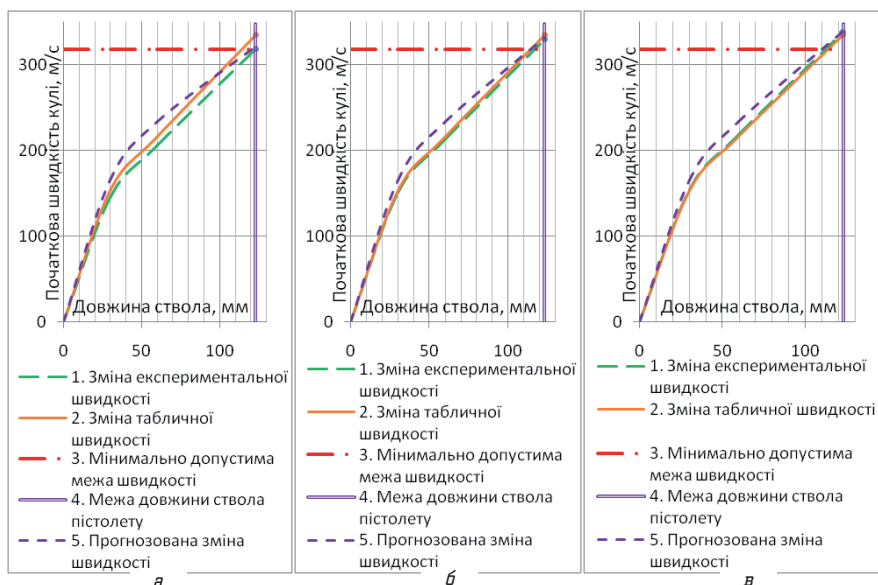


Рис. 9. Графіки зміни експериментальних, прогнозованих та табличних початкових швидкостей кулі 9 мм пістолету «ФОРТ» при використанні боєприпасів: а — 1969 року випуску; б — 1986 року випуску; в — 2002 року випуску

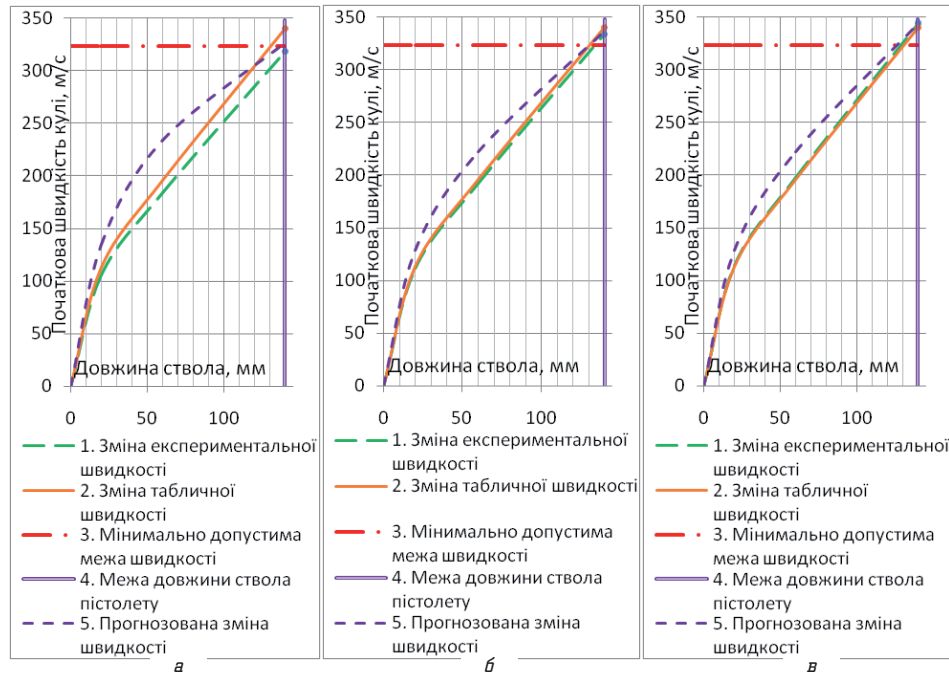


Рис. 10. Графіки зміни експериментальних, прогнозованих та табличних початкових швидкостей кулі 9 мм пістолету АПС при використанні боєприпасів: а — 1969 року випуску; б — 1986 року випуску; в — 2002 року випуску

6.3. Проведення порівняльного аналізу табличних, прогнозованих та експериментальних даних початкових швидкостей 9 мм пістолетів та визначення основних залежностей. Виходячи з візуального спостереження та аналізу графіків (рис. 7–10) вбачається ряд залежностей.

1-ша залежність:

$$V_{0e\tau_1} < V_{0e\tau_2} < V_0, \quad (14)$$

тобто експериментальні дані початкових швидкостей кулі (V_{0e}) при стрільбі з відповідних пістолетів боєприпасами тривалого терміну зберігання (партії 38-86 та 38-69) зменшуються по відношенню до показників табличних початкових швидкостей (V_0) цих пістолетів. Причому чим більше термін зберігання боєприпасів (τ), тим менші відповідні експериментальні початкові швидкості (V_{0e}).

2-га залежність:

$$V_{\text{прогн}\tau_1} < V_{\text{прогн}\tau_2} < V_0, \quad (15)$$

тобто прогнозовані дані початкових швидкостей кулі ($V_{\text{прогн}}$) при стрільбі з відповідних пістолетів боєприпасами тривалого терміну зберігання (партії 38-86 та 38-69) зменшуються по відношенню до показників табличних початкових швидкостей (V_0) цих пістолетів, причому чим більше термін зберігання боєприпасів (τ), тим менші відповідні прогнозовані початкові швидкості ($V_{\text{прогн}}$).

3-тя залежність:

$$(V_{\text{прогн}\tau_3} - V_{0e\tau_3}) < (V_{\text{прогн}\tau_2} - V_{0e\tau_2}) < (V_{\text{прогн}\tau_1} - V_{0e\tau_1}), \quad (16)$$

тобто різниця між прогнозованими ($V_{\text{прогн}}$) та експериментальними (V_{0e}) даними початкових швидкостей для

кожного з пістолетів «ФОРТ» і АПС збільшується зі збільшенням терміну зберігання боєприпасів (τ).

4-та залежність:

$$(V_{\text{прогн}\text{ФОРТ}} - V_{0e\text{ФОРТ}}) < (V_{\text{прогн}\text{АПС}} - V_{0e\text{АПС}}), \quad (17)$$

тобто різниця між прогнозованими ($V_{\text{прогн}}$) та експериментальними (V_{0e}) даними початкових швидкостей кожної з партій боєприпасів збільшується зі збільшенням довжини ствола пістолетів (l).

5-та залежність:

$$\left(\frac{V_{0e\text{ФОРТ}}}{V_{0\text{ФОРТ}}} - \frac{V_{0e\text{ПМ}}}{V_{0\text{ПМ}}} \right) < \left(\frac{V_{0e\text{АПС}}}{V_{0\text{АПС}}} - \frac{V_{0e\text{ПМ}}}{V_{0\text{ПМ}}} \right), \quad (18)$$

тобто різниця між відношенням експериментальної до початкової швидкості пістолету «ФОРТ» $\left(\frac{V_{0e\text{ФОРТ}}}{V_{0\text{ФОРТ}}} \right)$ до аналогічного відношення швидкостей пістолету

ПМ $\left(\frac{V_{0e\text{ПМ}}}{V_{0\text{ПМ}}} \right)$ менша за відповідну різницю відношення швидкостей пістолетів АПС та ПМ $\left(\frac{V_{0e\text{АПС}}}{V_{0\text{АПС}}} - \frac{V_{0e\text{ПМ}}}{V_{0\text{ПМ}}} \right)$.

Іншими словами: інтенсивність зменшення процесу збільшення експериментальної швидкості кулі падає прямопорційно до збільшення довжини ствола пістолету (l).

6-та залежність:

$$\left(\frac{V_{0e\text{збр}\tau_3}}{V_{0\text{збр}}} - \frac{V_{0e\text{ПМ}\tau_3}}{V_{0\text{ПМ}}} \right) < \left(\frac{V_{0e\text{збр}\tau_2}}{V_{0\text{збр}}} - \frac{V_{0e\text{ПМ}\tau_2}}{V_{0\text{ПМ}}} \right) < \left(\frac{V_{0e\text{збр}\tau_1}}{V_{0\text{збр}}} - \frac{V_{0e\text{ПМ}\tau_1}}{V_{0\text{ПМ}}} \right), \quad (19)$$

тобто різниця між відношенням експериментальної до початкової швидкості зброї $\left(\frac{V_{0eзбр\tau}}{V_{0збр}}\right)$ до аналогічного відношення швидкостей пістолету ПМ $\left(\frac{V_{0eзбр\tau}}{V_{0збр}}\right)$ менша ніж таке ж відношення початкових швидкостей кулі, але при використанні боєприпасів з більшим терміном зберігання. Іншими словами: інтенсивність зменшення процесу збільшення експериментальної швидкості кулі падає прямопропорційно до збільшення терміну зберігання боєприпасів (τ).

Кожна залежність підтверджується відповідними нерівностями:

1-ша залежність для пістолетів ПМ, «ФОРТ» та АПС відповідно – за нерівністю (14):

$$302,4 < 312 < 315;$$

$$318,8 < 330,2 < 335;$$

$$320 < 324 < 340.$$

2-га залежність для пістолетів «ФОРТ» та АПС відповідно – за нерівністю (15):

$$321,6 < 331,8 < 335;$$

$$326,4 < 336,8 < 340.$$

3-тя залежність для пістолетів «ФОРТ» та АПС відповідно – за нерівністю (16):

$$(338,8 - 338,4) < (331,8 - 330,2) < (321,6 - 318,8) = 0,4 < 1,6 < 2,8;$$

$$(343,9 - 343,2) < (336,8 - 334) < (326,4 - 320) = 0,7 < 2,8 < 6,4.$$

4-та залежність для боєприпасів з терміном зберігання τ_1 , τ_2 і τ_3 , відповідно – за нерівністю (17):

$$(321,6 - 318,8) < (326,4 - 320) = 2,8 < 6,4;$$

$$(331,8 - 330,2) < (336,8 - 334) = 1,6 < 2,8;$$

$$(338,8 - 338,4) < (343,9 - 343,2) = 0,4 < 0,7.$$

5-та залежність для боєприпасів з терміном зберігання τ_1 , τ_2 і τ_3 , відповідно – за нерівністю (18):

$$(4,84\% - 4\%) < (5,88\% - 4\%) = 0,84\% < 1,88\%;$$

$$(1,43\% - 0,95\%) < (1,76\% - 0,95\%) = 0,48\% < 0,81\%;$$

$$((-1,01\%) - (-1,14\%)) < ((-0,7\%) - (-1,14\%)) = 0,13\% < 0,2\%.$$

6-та залежність для пістолетів «ФОРТ» і АПС відповідно – за нерівністю (19):

$$((-1,01\%) - (-1,14\%)) < (1,43\% - 0,95\%) < (4,84\% - 4\%) = 0,13\% < 0,48\% < 0,84\%;$$

$$((-0,7\%) - (-1,14\%)) < (1,76\% - 0,95\%) < (5,88\% - 4\%) = 0,2\% < 0,81\% < 1,88\%.$$

Також було встановлено невиконання 7-ої залежності (20) при використанні боєприпасів тривалого терміну зберігання (τ_1):

$$\frac{V_{0eПМ}}{V_{0minПМ\tau}} > \frac{V_{0eФОРТ}}{V_{0minФОРТ\tau}} > \frac{V_{0eАПС}}{V_{0minАПС\tau}} > 1, \quad (20)$$

а саме: при використанні боєприпасів однакової партії, тобто з однаковим терміном зберігання (τ), відношення експериментальних даних початкової швидкості кулі (V_{0e}) до мінімально допустимої початкової швидкості кулі (V_{0min}) пістолету з більшою довжиною ствола (l) зменшується до аналогічного відношення швидкостей інших пістолетів з меншою довжиною ствола (l), причому будь-яке з цих відношень не повинно бути менше одиниці.

Підставивши в вираз (18) відповідні данні отримуємо нерівності для боєприпасів з терміном зберігання τ_1 , τ_2 і τ_3 відповідно:

$$\frac{302,4}{299,25} > \frac{318,8}{318,25} > \frac{320}{323} (1 = 1,0105) 1,0017 > 0,9907 < 1;$$

$$\frac{312}{299,25} > \frac{330,2}{318,25} > \frac{334}{323} > 1 = 1,0426 > 1,0375 > 1,0341 > 1;$$

$$\frac{318,6}{299,25} > \frac{338,4}{318,25} > \frac{343,2}{323} > 1 = 1,0647 > 1,0633 > 1,0625 > 1.$$

Іншими словами, отримані експериментальні дані початкової швидкості кулі (V_{0e}) пістолетів з більшою довжиною ствола (в даному експерименті це пістолети «ФОРТ» і АПС) повинні були бути гарантовано більшими за їх відповідні мінімально допустимі початкові швидкості кулі (V_{0min}) при виконанні умови до проведення цього експерименту (розділ 5.5), яка виражена нерівністю (7).

На практиці ж був отриманий результат, який суперечив теоретичним розрахункам та прогнозованим даним. Так при використанні боєприпасів з терміном зберігання 47 років (τ_1) експериментальні дані початкової швидкості кулі (V_{0e}) були більшими за відповідні мінімально допустимі початкові швидкості кулі (V_{0min}) лише при стрільбі з пістолетів ПМ (рис. 8, а) та «ФОРТ» (рис. 9, а). При стрільбі ж з пістолету АПС, який має найдовшу з них довжину ствола, його експериментальні дані початкової швидкості кулі (V_{0e}) були менші за його мінімально допустиму початкову швидкість кулі (V_{0min}). Результат підтверджується відповідним графіком (рис. 10, а).

Для наукового обґрунтування цього випадку розглянемо графік залежності початкової швидкості кулі по відношенню до довжини ствола для 9 мм пістолетів ПМ та АПС (рис. 11).

Враховуючи складність експериментального визначення показників тиску порохових газів в каналі ствола пістолетів, на рис. 11 (графіки 9, 10) зображені орієнтовні зміни залежності табличного ($P_{\text{табл}}$) та реального ($P_{\text{реал}}$) тиску порохових газів в каналі ствола від довжини каналу ствола (l) пістолетів ПМ та АПС. Чіткий розрахунок тиску та його залежності від довжини ствола зброї не входить до мети цього експерименту.

Аналогічно до роботи [8], значення реального максимального тиску порохових газів в каналі ствола ($P_{\text{макс реал}}$) при використанні боеприпасів тривалого терміну зберігання (τ_1) приймається більшим за значення відповідного табличного максимального тиску ($P_{\text{макс табл}}$). Аналогічно до залежності зміни різниці початкової (V_0) та експериментальної (V_{0e}) швидкостей кулі при використанні патронів тривалого (τ_1) терміну зберігання мається

залежність збільшення різниці табличного ($P_{\text{табл ПМ}}$) та реального ($P_{\text{реал ПМ}}$) тиску в каналі ствола 9 мм пістолетів ПМ та АПС відповідно при використанні тих же самих патронів:

$$(V_{0\text{ПМ}} - V_{0e\text{ПМ}\tau_1}) < (V_{0\text{АПС}} - V_{0e\text{АПС}\tau_1}) \Rightarrow \\ \Rightarrow (P_{\text{табл ПМ}} - P_{\text{реал ПМ}}) < (P_{\text{табл АПС}} - P_{\text{реал АПС}}). \quad (21)$$

Основні з причин виникнення цієї залежності, при використанні боеприпасів тривалого терміну зберігання, є старіння порохового заряду. Наслідком цього явищу є важко прогнозована зміна характеристик порохового заряду. Це в свою чергу зменшує корисну роботу, яка здійснюється при спалюванні пороху.

На графіку (рис. 11) цю залежність візуально можна визначити як різницю площі, яка знаходиться між кривою табличного тиску ($P_{\text{табл ПМ}}$) і віссю абсцис, та аналогічної площі, яка знаходиться між кривою реального тиску ($P_{\text{табл ПМ}}$) і тією ж віссю. Зазначені площі і будуть відповідними корисними роботами [8].

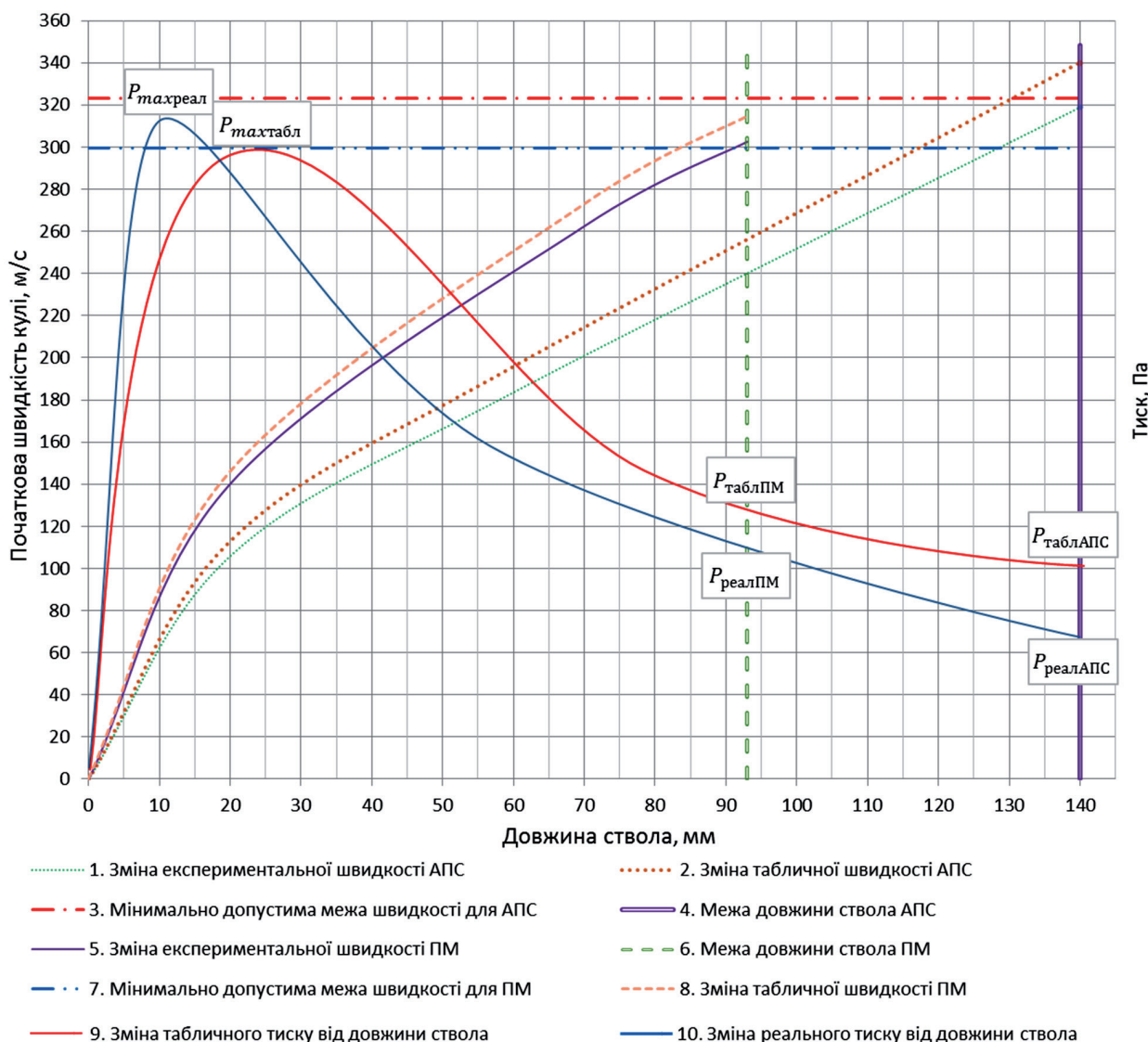


Рис. 11. Графіки зміни експериментальних, прогнозованих і табличних початкових швидкостей та тиску в каналі ствола 9 мм пістолетів ПМ і АПС при використанні боеприпасів гарантованого і тривалого термінів експлуатації

7. SWOT- аналіз результатів досліджень

Переваги дослідження:

- встановлено ряд залежностей при порівняльному аналізі табличних, прогнозованих та експериментальних даних початкових швидкостей 9 мм пістолетів;
 - встановлено, що початкова швидкість кулі 9 мм пістолетів при використанні патронів як гарантованого, так і тривалого терміну зберігання збільшується при збільшенні довжини ствола пістолетів, але інтенсивність її збільшення знижується зворотно пропорційно до збільшення терміну зберігання боеприпасів та до збільшення цієї довжини;
 - підтверджено, що зміни фізичних властивостей порохових зарядів 9 мм пістолетних патронів в процесі їх тривалого зберігання негативно впливають на балістичні характеристики цих патронів.
- Недоліки дослідження:
- складність прогнозування змін початкової швидкості кулі при використанні 9 мм патронів тривалого терміну зберігання;
 - відсутність у відкритому та безкоштовному доступі сучасних програм для проведення автоматизованих розрахунків, прогнозів та аналізу експериментальних даних балістичних характеристик зброї в цілому та 9 мм пістолетів зокрема.

Перспективи дослідження:

- застосування запропонованої методики прогнозування початкової швидкості кулі для інших зразків зброї;
- вивчення за аналогічним порівняльним аналізом впливу довжини ствола на початкову швидкість кулі (снаряду) при стрільбі з іншої зброї;
- проведення теоретичних розрахунків, розробка методу прогнозування та експериментальне дослідження зміни тиску в каналі ствола 9 мм пістолетів при стрільбі боеприпасами гарантованого і тривалого термінів експлуатації;
- проведення теоретичних розрахунків, щодо визначення мінімальної початкової швидкості кулі при стрільбі з 9 мм пістолету ПМ, яка б гарантовано не применшувала мінімально допустиму початкову швидкість кулі при стрільбі з пістолетів з більшою довжиною ствола;
- продовження ряду досліджень, пов'язаних із використанням боеприпасів тривалого терміну зберігання в цілому та 9 мм патронів зокрема.

Зовнішні загрози дослідження:

- значне заниження мінімально допустимої початкової швидкості кулі при стрільбі 9 мм патронами тривалого терміну зберігання з відповідних пістолетів з довгим, відносно пістолету ПМ, стволом;
- недопустимість використання 9 мм патронів тривалого терміну зберігання при стрільбі з пістолету АПС, без перевірки експериментальним шляхом початкової швидкості таких боеприпасів саме з цього пістолету;
- 9 мм патрони тривалого терміну зберігання, при їх експериментальних і прогнозованих початкових швидкостях кулі, які не виходять за відповідну граничну мінімальну початкову швидкість з одного виду пістолетів, не гарантують виконання цієї вимоги при стрільбі з пістолетів іншого виду, які мають більшу довжину ствола;

— негативний вплив використання 9 мм патронів тривалого терміну зберігання на стан каналу ствола та роботу частин і механізмів відповідних пістолетів.

8. Висновки

В ході роботи розроблена методика прогнозування початкової швидкості кулі одних пістолетів на підставі відповідних значень початкової швидкості кулі інших пістолетів.

Методику впроваджено при прогнозуванні початкової швидкості кулі 9 мм пістолетів «ФОРТ» та АПС за результатами отриманих в цій же роботі експериментальних значень початкової швидкості кулі 9 мм пістолету ПМ.

Дієвість запропонованого методу прогнозування підтверджена порівняльним аналізом прогнозованих та експериментальних значень відповідних початкових швидкостей 9 мм пістолетів.

Так, встановлено, що похибка запропонованого методу прогнозування складає від 0,12 % до 0,2 % для боеприпасів гарантованого терміну зберігання та від 0,87 % до 1,96 % для боеприпасів тривалого терміну зберігання.

В ході роботи досліджено роль довжини ствола пістолетів при використанні боеприпасів як тривалого, так і гарантованого терміну зберігання. Серед ряду залежностей встановлено головні: збільшення довжини ствола прямо пропорційне збільшенню початкової швидкості кулі (для дослідних зразків), збільшенню похибки при її прогнозуванні та зворотно пропорційне інтенсивності зростання цієї швидкості.

Крім того доведено, що збільшення терміну зберігання боеприпасів понад гарантійні терміни підсилює ці пропорційні залежності.

Література

1. Про затвердження Положення про службу озброєння Національної гвардії України [Електронний ресурс]: Наказ МВС України від 03.06.2015 № 643. — Режим доступу: \www/URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0733-15>
2. Казенне науково-виробниче об'єднання «Форт» МВС України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: <http://www.fort.vn.ua/ua/produkcija/pistoleti.html>
3. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 2 вересня 2015 року «Про нову редакцію Воєнної доктрини України» [Електронний ресурс]: Указ Президента України від 24.09.2015 № 555/2015. — Режим доступу: \www/URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555/2015>
4. Патрон 9x19 Luger [Электронный ресурс] // Энциклопедия вооружения. — Режим доступа: \www/URL: <http://worldweapon.info/patron-9x19-luger>
5. GLOCK pistol models [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: http://eu.glock.com/english/index_download.htm
6. Pistols [Electronic resource] // Beretta Firearms. — Available at: \www/URL: <http://www.beretta.com/en/firearms/finder/?ds=Pistol>
7. Бирюков, А. И. Постановка задачи и экспериментального исследования износа ствола 9 мм пистолета Макарова при стрельбе патронами длительных сроков хранения [Текст] / А. И. Бирюков, И. Ю. Бирюков // Системы озброєння і військової техніки. — 2014. — № 3 (39). — С. 12–17.
8. Анипко, О. Б. Внутренняя баллистика ствольных систем при применении боеприпасов длительных сроков хранения [Текст]: монография / О. Б. Анипко, Ю. М. Бусяк. — Х.: АБВ МВД Украины, 2010. — 128 с.

9. Анипко, О. Б. Модель массопереноса при хранении пороховых зарядов с учётом изменения температуры окружающей среды [Текст] / О. Б. Анипко, И. Ю. Бирюков, Д. С. Баулин // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. — 2006. — № 2(8). — С. 50–54.
10. Анипко, О. Б. Влияние длительности хранения боеприпасов на баллистические характеристики стрелкового оружия [Текст] / О. Б. Анипко, Д. С. Баулин, И. Ю. Бирюков // Интегровані технології та енергозбереження. — 2007. — № 2. — С. 97–100.
11. Анипко, О. Б. Экспериментальное исследование износа ствола 5,45 мм автомата Калашникова АК-74 при стрельбе боеприпасами длительных сроков хранения [Текст] / О. Б. Анипко, А. О. Муленко, А. А. Демченко // Интегровані технології та енергозбереження. — 2013. — № 2. — С. 121–126.
12. Анипко, О. Б. Экспериментальное исследование баллистических характеристик 120 мм миномета при применении метательных зарядов длительных сроков хранения [Текст] / О. Б. Анипко, А. А. Демченко // Интегровані технології та енергозбереження. — 2014. — № 2. — С. 61–70.
13. Анипко, О. Б. Изменение физико-химических свойств порохового заряда и начальной скорости артиллерийских боеприпасов морской номенклатуры калибров 25/80 и 30/54 [Текст] / О. Б. Анипко, В. Ф. Вертелецкий // Интегровані технології та енергозбереження. — 2013. — № 2. — С. 74–80.
14. Анипко, О. Б. Экспериментальное исследование живучести ствола гладкоствольной пушки [Текст] / О. Б. Анипко, М. Д. Борисюк, Ю. М. Бусяк // Интегровані технології та енергозбереження. — 2011. — № 1. — С. 28–31.
15. Бирюков, А. И. Особенности эксплуатации пистолетов со свободной отдачей затвора при использовании боеприпасов послегарантийных сроков хранения [Текст] / А. И. Бирюков // Интегровані технології та енергозбереження. — 2013. — № 2. — С. 80–85.
16. 9 мм пистолет Макарова ПМ [Текст]: Наставление по стрелковому делу. — М.: Военное издательство, 1982. — 96 с.
17. 9 мм автоматический пистолет Стечкина АПС [Текст]: Наставление по стрелковому делу. — М.: Военное издательство, 1957. — 112 с.
18. 9 мм пистолет «ФОРТ-14» [Текст]: Керівництво з експлуатації. — В.: КНВО ФОРТ. — 31 с.
19. Инструкция по порядку категорирования ракетно-артиллерийского озброєння [Электронный ресурс]: Наказ Міністерства оборони України від 11.01.2013 р. № 19. — Режим доступа: \www/URL: http://www.mil.gov.ua/content/other/MOU19_2013.pdf
20. Hawkeye Precision Borescope [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: http://www.gradientlens.com/Portals/0/GLC_CAT_IX_GENERAL_LR.pdf
21. ProChrono Digital. Operating Instructions [Text]. — Competition Electronics, Inc., 2011. — 14 p.
22. 9-мм пистолет Макарова (ПМ) [Текст]: Руководство по среднему ремонту. — М.: Военное издательство, 1971. — 60 с.
23. Холодный ствол [Электронный ресурс] // Википедия. — Режим доступа: \www/URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Холодный_ствол. — 13 июля 2016.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИНЫ СТВОЛА ПИСТОЛЕТА НА БАЛЛИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БОЕПРИПАСОВ ДЛИТЕЛЬНОГО СРОКА ХРАНЕНИЯ

Проведено экспериментальное исследование измерения начальной скорости пули 9 мм пистолетов с различной длиной ствола. Разработана методика прогнозирования начальной скорости пули от времени хранения боеприпаса для фиксированных длин ствола. Проведён сравнительный анализ табличных, прогнозированных и экспериментальных значений начальной скорости пули. Исследовано влияние длины ствола 9 мм пистолетов на соответствующую начальную скорость пули при использовании боеприпасов гарантированного и длительного сроков хранения.

Ключевые слова: пистолеты, длина ствола, начальная скорость пули, тактико-технические характеристики, боеприпасы длительного срока хранения.

*Бірюков Олексій Ігорович, начальник служби озброєння технічної частини, Північне Київське територіальне управління Національної гвардії України, Київ, Україна,
e-mail: aleksej_b29@rambler.ru.*

Бирюков Алексей Игоревич, начальник службы вооружения технической части, Северное Киевское территориальное управление Национальной гвардии Украины, Киев, Украина.

Biryukov Alexey, Northern Kyiv Territorial Department, National Guard of Ukraine, Kyiv, Ukraine, e-mail: aleksej_b29@rambler.ru