

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА СТВОЛА 9 ММ ПИСТОЛЕТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БОЕПРИПАСОВ ДЛИТЕЛЬНЫХ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ

Бирюков А. И., Бирюков И. Ю., Гурнович А. В.

### 1. Введение

Задача обеспечения надежной и безопасной эксплуатации вооружения и боеприпасов в любое время являлась и является одной из приоритетных. На сегодняшний же день, при продолжающейся уже не один год на территории восточных областей Украины антитеррористической операции, задачи гарантирования эффективного, безотказного и безопасного боевого применения вооружения актуальны как никогда [1, 2].

В этой ситуации используемое вооружение само по себе отвечает требованиям соответствующей эксплуатационной документации. Оно либо не использовалось ранее (хранилось на складах, базах и арсеналах), либо прошло капитальный ремонт или модернизацию, либо новое (украинского или зарубежного изготовителя). Такое соотношение можно представить в процентах, как 50 % на 25 % и на 25 % соответственно. То есть 75 % вооружения в основном используют боеприпасы длительных или послегарантийных сроков хранения и только 25 % поступает на вооружение личного состава вооруженных сил Украины в комплекте с новыми боеприпасами.

В тоже время научные, теоретические и экспериментальные исследования влияния использования таких боеприпасов проводились разрозненно и лишь по отдельно взятым образцам вооружения.

На основании указанного можно утверждать, что научные исследования, эксперименты и прогнозы в данном направлении продолжать важно и крайне необходимо.

### 2. Объект исследования и его технологический аудит

*Объектом исследования* является процесс изменения состояния канала ствола пистолета вследствие его износа при использовании боеприпасов длительных сроков хранения.

*Предметом исследования* являются баллистические характеристики пистолета при использовании боеприпасов длительных сроков хранения.

Процесс ухудшения баллистических характеристик любого ствольного вооружения в целом и пистолетов в частности прямо пропорционален процессу износа канала ствола. Рассмотрим эксплуатацию образца вооружения с исключением нарушений периодичности и порядка проведения его технического обслуживания, а его хранение и применение – в строгом соответствии с требованиями технической документации. В таком случае основным фактором, который влияет на износ канала ствола, является процесс стрельбы. А именно такие основные параметры внутренней баллистики, как максимальное давление по-

роховых газов ( $P_{max}$ ), температура ( $T$ ), скорость горения ( $u$ ) и т. д. Пренебрежение увеличением интенсивности такого износа недопустимо как при выполнении учебных стрельб, так и при выполнении служебно-боевых и боевых задач. Тем более на территории проведения антитеррористической операции в условиях непосредственного и постоянного огневого контакта с противником.

В исследовании использованы:

- 9 мм пистолеты Макарова (ПМ) – 6 шт. (по 3 шт. 1988 и 1990 годов выпуска соответственно);
- 9 мм пистолетные патроны с пулей со стальным сердечником (57-Н-181С) 1969, 1986 и 2002 годов выпуска;
- цифровой хронометр ProChrono Digital CEI-3800 (США);
- бароскоп Hawkeye® Pro Slim (США);
- штангенциркуль;
- уровень;
- проходной и непроходной калибры 9 мм пистолета ПМ (рис. 1).



**Рис. 1.** Калибры для 9 мм пистолета ПМ:  
а – непроходной; б – проходной

При отборе образцов вооружения и боеприпасов были учтены рекомендации предыдущих работ [3, 4].

Эксперимент проводился на протяжении 2016 года в открытом и закрытом тирах на территории и с использованием материально-технической базы воинских частей Национальной гвардии Украины.

### **3. Цель и задачи исследования**

*Целью исследования* является экспериментальное определение влияния баллистических характеристик при использовании боеприпасов длительных сроков хранения на повышение интенсивности износа канала ствола 9 мм пистолета.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести экспериментальное исследование влияния использования боеприпасов длительных сроков хранения на интенсивность износа канала ствола 9 мм пистолета.

2. Дать оценку интенсивности изменения ресурса ствола пистолета при использовании боеприпасов длительных сроков хранения на основе сравнительного анализа полученных теоретических и экспериментальных данных.

3. Спрогнозировать влияние использования боеприпасов длительных сроков хранения на интенсивность износа канала ствола 9 мм пистолета.

4. Получить зависимости изменения начальной скорости пули и износа канала ствола ПМ при стрельбе боеприпасами длительных сроков хранения от величины этих сроков.

5. Выявить закономерности между начальной скоростью пули и износом канала ствола при использовании боеприпасов длительных сроков хранения.

#### **4. Анализ литературных данных**

На сегодняшний день имеется большое количество научных работ на данную тематику по стрелковому и артиллерийскому вооружению. Из них можно выделить работы, в которых исследуется влияние использования боеприпасов длительного срока хранения на баллистические характеристики вооружения [5–7] и на интенсивность износа канала ствола [3, 8–10]. Также есть ряд работ, в которых влияние использования боеприпасов длительных сроков хранения на полученные результаты вообще не учитывается [11–13].

Отдельно стоит отметить серию научных работ [4, 14–16], в которых данные исследования конкретизированы на различных пистолетах калибром 9 мм. В них описаны теоретические и экспериментальные научные исследования связанные с изменением баллистических характеристик при стрельбе патронами длительного срока хранения.

Влияние использования таких боеприпасов на износ канала ствола 9 мм пистолетов в приведённых выше и других аналогичных работах не раскрыт. В то же время, применение к пистолетам соответствующих методик и моделей, разработанных для других видов стрелкового (автомат, пулемёт, снайперская винтовка) и тем более артиллерийского вооружения, невозможно. Основная причина этому – серьёзные конструктивные отличия между ними.

Следовательно, экспериментальное исследование интенсивности износа канала ствола 9 мм пистолета при использовании боеприпасов длительных сроков хранения представляется является логичным продолжением целой серии научных работ. Также оно может стать «надёжным плацдармом» для последующей научно-исследовательской деятельности.

#### **5. Методы исследования**

Учитывая методику предыдущей работы [4], отобранные пистолеты разделены на 3 группы по 2 пистолета в каждой для экспериментальной стрельбы 9 мм пистолетными патронами с пулей со стальным сердечником (57-Н-181С) только одного конкретного года выпуска [15]:

I экспериментальная группа – патроны партии 38-69, 1969 года выпуска, 47-летнего срока хранения ( $T_1$ );

II экспериментальная группа – патроны партии 38-86, 1986 года выпуска, 30-летнего срока хранения ( $T_2$ );

III контрольная группа – патроны партии 270-02, 2002 года выпуска, 14-летнего срока хранения ( $T_3$ ).

В начале эксперимента проведён контрольный замер износа канала ствола ( $L_{30}$ ) каждого пистолета непроходным калибром [17]. Для этого пистолет закрепляется дульным срезом ствола вертикально вверх. Непроходной калибр опускается в ствол (без усилия, под действием своего веса). Глубина, на которую калибр опускается в ствол пистолета, измеряется штангенциркулем (рис. 2). Измерения повторяются 10 раз подряд, после чего, по полученным результатам, определяется среднее значение износа, которое и заносится в табл. 1. Последующие же значения износа ( $L_{31}$ ,  $L_{32}$ ,  $L_{33}$  и  $L_{34}$ ) определяются и заносятся в табл. 1 после каждой последующей тысячи выстрелов соответственно и аналогично. Параллельно с этим проводился визуальный осмотр состояния стволов пистолетов с помощью бароскопа.



**Рис. 2.** Измерение износа канала ствола пистолета: *а* – установка и закрепление пистолета на платформе с помощью уровня; *б* – проверка износа ствола с помощью непроходного калибра; *в* – замер величины износа с помощью штангенциркуля

**Таблица 1**

Экспериментальные результаты измерения износа канала ствола 9 мм пистолетов

Группы	Пистолеты	Износ канала ствола пистолета, м								
		0	1000		2000		3000		4000	
		$L_{30}$	$L_{31}-L_{30}$	$L_{31}$	$L_{32}-L_{31}$	$L_{32}$	$L_{33}-L_{32}$	$L_{33}$	$L_{34}-L_{33}$	$L_{34}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I гр. 47 лет	ПМ № 1 88	0,0001	0,0007	0,0008	0,002	0,0028	0,0039	0,007	0,0054	0,0121
	ПМ № 2 90	0,0001	0,0011	0,0012	0,0019	0,0031	0,0044	0,008	0,0057	0,0132
	Среднее	0,0001	0,0009	0,001	0,002	0,003	0,0042	0,007	0,0056	0,0127

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
II гр. 30 лет	ПМ № 3 88	0,0001	0,0005	0,0006	0,0012	0,0018	0,0014	0,003	0,0046	0,0078
	ПМ № 4 90	0,0001	0,0007	0,0008	0,0006	0,0014	0,0012	0,003	0,0041	0,0067
	Среднее	0,0001	0,0006	0,0007	0,0009	0,0016	0,0013	0,003	0,0044	0,0073
III гр. 14 лет	ПМ № 5 88	0,0001	0	0,0001	0,0005	0,0006	0,0005	0,001	0,0012	0,0023
	ПМ № 6 90	0,0001	0,0004	0,0005	0,0003	0,0008	0,0007	0,002	0,001	0,0025
	Среднее	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004	0,0007	0,0006	0,001	0,0011	0,0024

На аналогичных этапах эксперимента (0, 1, 2, 3 и 4 тыс. выстрелов) проводилась контрольная стрельба патронами контрольной группы для определения по методике [4] начальной скорости полёта пули ( $V_{э0}$ ,  $V_{э1}$ ,  $V_{э2}$ ,  $V_{э3}$  и  $V_{э4}$ ). Полученные результаты занесены в табл. 2. На основе полученных результатов ( $V_{э0}$ ) спрогнозирована начальная скорость пули этих патронов ( $V_{пр4}$ ) на момент окончания эксперимента (по завершении 4000 выстрелов), как сниженная на 5 % ( $V_{э0}$ ) [4].

**Таблица 2**

Экспериментальные результаты измерения начальной скорости пули 9 мм пистолетов

Группы	Пистолеты	Начальная скорость пули, м/с									
		0	1000		2000		3000		4000		$V_{пр4}$
		$V_{э0}$	$V_{э0-}$ $V_{э1}$	$V_{э1}$	$V_{э1-}$ $V_{э2}$	$V_{э2}$	$V_{э2-}$ $V_{э3}$	$V_{э3}$	$V_{э3-}$ $V_{э4}$	$V_{э4}$	
I гр. 47 лет	ПМ № 1 88	318,30	1,10	317,20	3,14	314,06	7,90	306,16	23,28	282,88	302,39
	ПМ № 2 90	317,50	1,40	316,10	2,96	313,14	9,55	303,59	25,60	277,99	301,63
	Среднее	317,90	1,25	316,65	3,05	313,60	8,73	304,88	24,44	280,44	302,01
II гр. 30 лет	ПМ № 3 88	316,90	0,90	316,00	1,70	314,30	4,25	310,05	12,41	297,64	301,06
	ПМ № 4 90	318,70	0,65	318,05	1,20	316,85	3,32	313,53	13,24	300,29	302,77
	Среднее	317,80	0,77	317,03	1,45	315,58	3,79	311,79	12,83	298,97	301,91
III гр. 14 лет	ПМ № 5 88	318,60	0,72	317,88	1,10	316,78	1,19	315,59	3,61	311,98	302,67
	ПМ № 6 90	317,10	0,54	316,56	0,55	316,01	1,53	314,48	3,26	311,22	301,25
	Среднее	317,85	0,63	317,22	0,83	316,40	1,36	315,04	3,44	311,60	301,96

На основе полученных экспериментальных данных соответствующих величин каждого из пистолетов одной группы, находим среднее значение этой величины и заносим его в табл. 1, 2.

В промежутках между контрольными стрельбами из отобранных пистолетов проводились плановые стрельбы в одинаковых временных и погодных условиях, с идентичным объёмом и периодичностью технического обслуживания. После чего осуществлялся визуальный осмотр состояния канала ствола при помощи бароскопа на предмет его эрозии [18] и других дефектов.

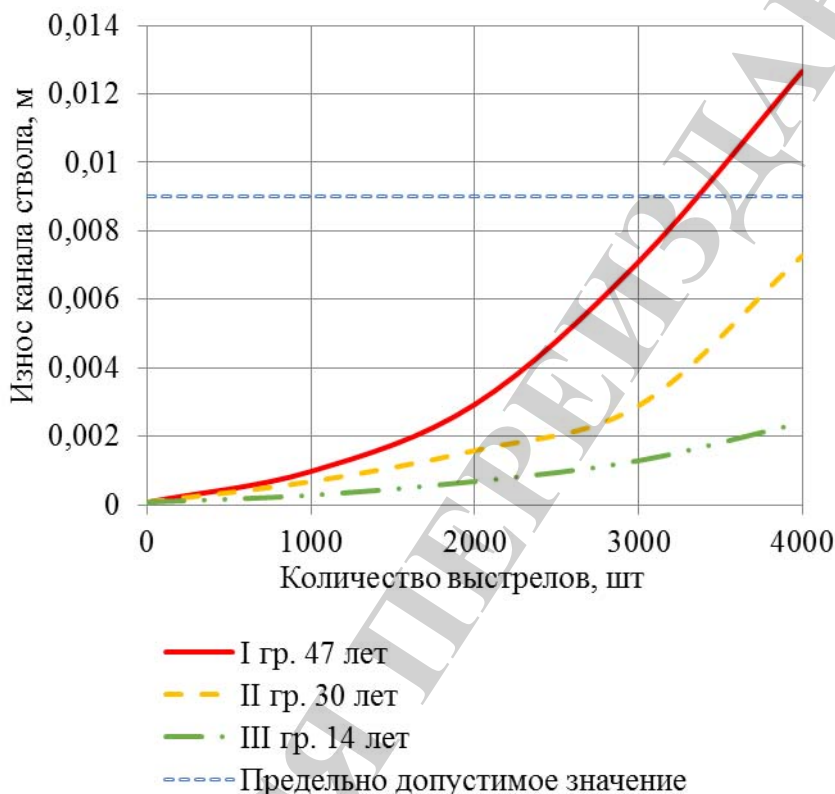
## 6. Результаты исследований

На основе результатов экспериментальных исследований построены соответствующие графики и установлены две группы закономерностей:

Первая – увеличение износа канала ствола пистолета от количества произведённых из него выстрелов (рис. 3). Эти закономерности описывают функции

$L(N)$ , которые рассчитаны в программе «Excel 2016» как полиномиальные линии тренда 3-й степени [19] и представлены в виде (1).

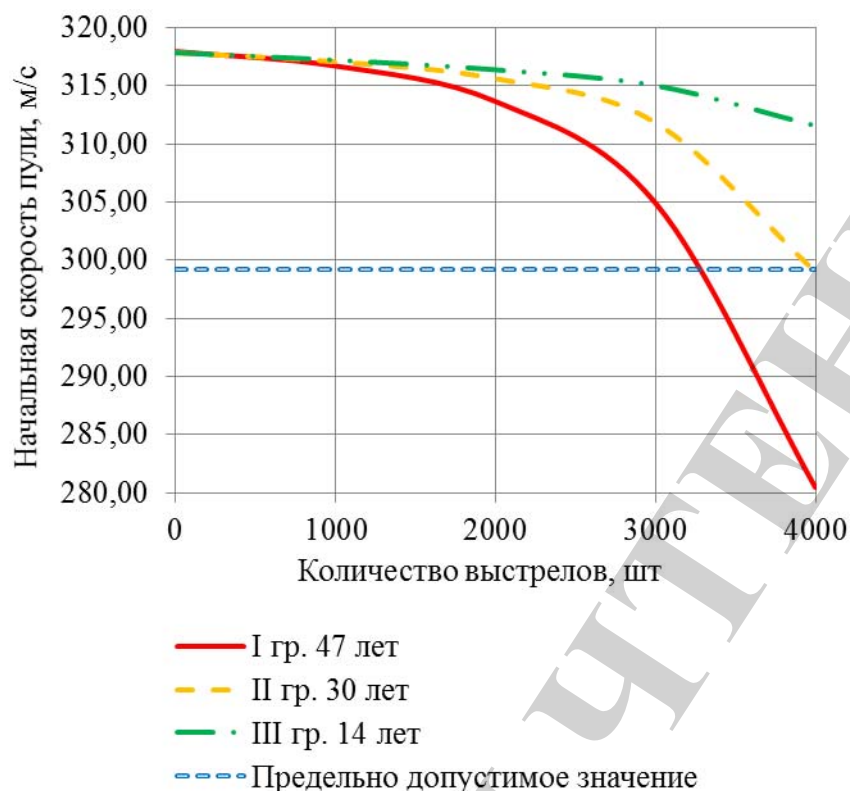
$$\begin{aligned} L(N)_{Irp} &= 0,3 \cdot 10^{-13} \cdot N^3 + 0,6 \cdot 10^{-9} \cdot N^2 + 0,9 \cdot 10^{-7} \cdot N + 0,1 \cdot 10^{-3}, \\ L(N)_{IIrp} &= 0,2 \cdot 10^{-12} \cdot N^3 - 0,8 \cdot 10^{-9} \cdot N^2 + 0,1 \cdot 10^{-5} \cdot N + 0,6 \cdot 10^{-4}, \\ L(N)_{IIIrp} &= 0,2 \cdot 10^{-13} \cdot N^3 - 0,7 \cdot 10^{-11} \cdot N^2 + 0,2 \cdot 10^{-6} \cdot N + 0,1 \cdot 10^{-3}. \end{aligned} \quad (1)$$



**Рис. 3.** Зависимость изменения износа канала ствола от количества выстрелов

Вторая – падение начальной скорости пули от количества произведённых из пистолета выстрелов (рис. 4). Эти закономерности описывают функции  $V(N)$ , которые аналогично рассчитаны в программе «Excel 2016» как полиномиальные линии тренда 3-й степени [19] и представлены в виде (2).

$$\begin{aligned} V(N)_{Irp} &= -0,2 \cdot 10^{-9} \cdot N^3 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot N^2 - 0,0011 \cdot N + 317,87, \\ V(N)_{IIrp} &= -0,7 \cdot 10^{-9} \cdot N^3 + 0,2 \cdot 10^{-5} \cdot N^2 - 0,0027 \cdot N + 317,87, \\ V(N)_{IIIrp} &= -0,1 \cdot 10^{-8} \cdot N^3 + 0,3 \cdot 10^{-5} \cdot N^2 - 0,0038 \cdot N + 317,99. \end{aligned} \quad (2)$$

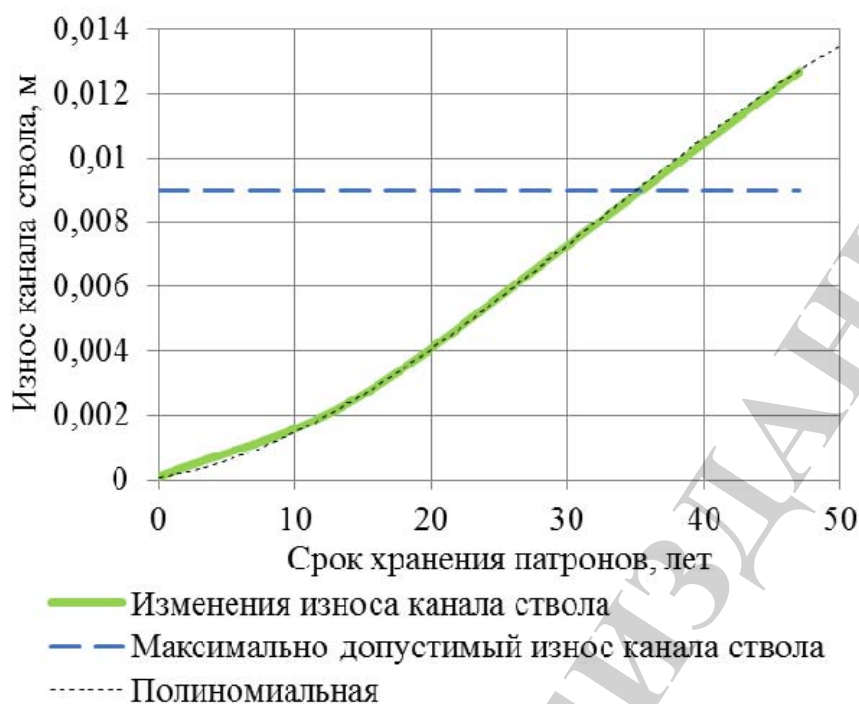


**Рис. 4.** Зависимость изменения начальной скорости пули от количества выстрелов

Сравнительный анализ соответственных спрогнозированных ( $V_{пр4}$ ) и экспериментальных ( $V_{э4}$ ) значений начальных скоростей пули (табл. 2) показал, что для I и II экспериментальных групп выполняется неравенство  $V_{э4} < V_{пр4}$ , а для III экспериментальной группы – наоборот:  $V_{э4} > V_{пр4}$ . Следовательно, использованный при этом прогнозе метод свою действенность не оправдал.

На основе полученных средних значений износа канала ствола пистолета ( $L_{э4}$ ) для патронов соответственного срока хранения ( $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$ ) построен график (рис. 5). Установлена зависимость (3) увеличения этого износа от срока хранения используемых для стрельбы боеприпасов. Эту зависимость описывает функция  $L(T)$ , которая рассчитана по указанной выше методике и представлена в виде:

$$L(T) = -0,9 \cdot 10^{-7} \cdot T^3 + 0,9 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 + 0,6 \cdot 10^{-4} \cdot T + 0,1 \cdot 10^{-3}. \quad (3)$$

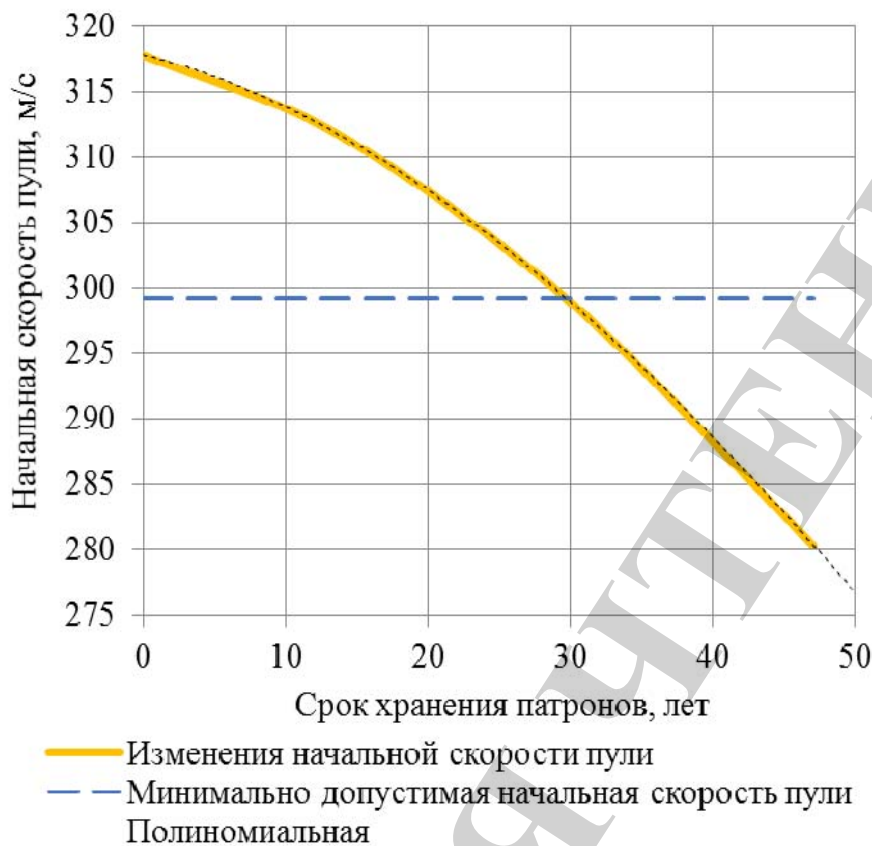


**Рис. 5.** Зависимость изменения износа канала ствола от срока хранения боеприпасов

На основе полученных средних значений начальной скорости пули ( $V_{э4}$ ) для патронов сроком хранения ( $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$ ) построен график и установлена зависимость (4) уменьшения скорости пули от срока хранения боеприпасов (рис. 6). Эту зависимость описывает функция  $V(T)$ . Она рассчитана аналогично выше указанной, с тем лишь дополнением, что значение общей средней начальной скорости пули ( $V_0$ ) принято, как среднее значение средних начальных скоростей всех трёх групп пистолетов ( $V_{э0Iгр}$ ,  $V_{э0IIгр}$  и  $V_{э0IIIгр}$ ). Зависимость представлена в виде:

$$V(T) = 0,5 \cdot 10^{-4} \cdot T^3 - 0,0136 \cdot T^2 - 0,2656 \cdot T + 317,85. \quad (4)$$





**Рис. 6.** Зависимость изменения начальной скорости пули от срока хранения боеприпасов

На основании приведённых выше графиков (рис. 3, 5) спрогнозирован максимальный срок хранения боеприпасов в 33,97 года. При использовании таких боеприпасов не будет превышен максимально допустимый износ канала ствола пистолета (0,009 м) в пределах заложенного в него ресурса (4000 выстрелов).

Аналогично (рис. 4, 6) спрогнозирован максимальный срок хранения боеприпасов в 28,92 года, использование которых не приведёт к снижению минимально допустимой начальной скорости пули (299,25 м/с) в пределах указанного выше ресурса.

В полученных закономерностях (3), (4) срок хранения боеприпасов уже заложен как параметр. Из графиков (рис. 3, 4), видно, что падение начальной скорости пули наступает быстрее, чем соответственный этому износ ствола. Поэтому в качестве определяющего фактора нужно брать не износ ствола (рис. 3), а именно падение начальной скорости. Это подтверждается тем, что именно падение скорости определяет достижение гранично-допустимого значения по количеству выстрелов (рис. 4) для боеприпасов сроком хранения в 30 лет.

Что же касается погрешности, то во время эксперимента интенсивной (скоростной) стрельбы и, соответственно, перегрева ствола не допускалось, хотя и полностью исключить такое воздействие нельзя. Так для подразделений Национальной гвардии Украины большинство упражнений учебных стрельб из стрелкового вооружения в целом, и 50 % упражнений из пистолетов в частно-

сти включают в себя стрельбу в ограниченное время [20]. Это в свою очередь влечёт к перегреву оружия и дополнительному его износу. Научная задача по исследованию влияния интенсивности стрельбы боеприпасами длительных сроков хранения в данной работе не ставилась, а поэтому её решение может стать основой дополнительных научных исследований.

В этой же работе перегрев пистолетов, как в ходе стрельбы, так и под действием прямых солнечных лучей, можно учесть в качестве 5 % погрешности полученных результатов.

Кроме того, следует учесть погрешность, связанную, как с точностью навески пороха, так и его начальное качественное состояние. А добавив сюда неточное производство самих пуль, приводящее в первую очередь при выстреле к неодинаковому действию силы трения, получаем ещё одну погрешность экспериментальных результатов примерно в 5 %.

Если же учитывать изменения интенсивности истощения пороховых зарядов под влиянием изменений температуры окружающей среды, суточных, месячных и сезонных температурных колебаний [16], то общая погрешность может вырасти ещё на 15,2 %. В результате общая погрешность этого и аналогичных исследований может составлять до 25,2 %.

С учётом таких погрешностей определённые выше максимальные сроки хранения боеприпасов могут сократиться с 28,92 до 21,63 и с 33,97 до 25,41 лет соответственно. И то: при условии пренебрежения остальными условно не учтёнными, но возможно допущенными, погрешностями. Следовательно, для боеприпасов сроком хранения более 21,63 года износ ствола уже может не позволить полностью использовать заложенный в него ресурс на 4000 выстрелов.

Контрольные измерения начальной скорости пули при стрельбе непосредственно экспериментальными боеприпасами после каждой тысячи выстрелов хоть и проводились, но в данной работе они не приводятся и не учитываются. Это сделано для исключения влияния на полученные результаты физико-химических процессов, которые происходят в порохах при их старении, а, следовательно, – фактора влияния внутренней баллистики боеприпасов длительных сроков хранения. В то же время эти данные могут быть использованы для дальнейших исследований по аналогичной тематике.

Также в ходе эксперимента наблюдалась тенденция увеличения количества как задержек (утыкание патрона в патронник, не выбрасывание гильзы из затвора и др.), так и поломок (излом боевой и возвратной пружин, износ шептала и др.). Тенденция усиливалась не только по мере увеличения настрела с этих пистолетов, но и при стрельбе более старыми боеприпасами по отношению к стрельбе более новыми. Изучение влияния использования боеприпасов длительных сроков хранения на техническое состояние и безаварийную эксплуатацию 9 мм пистолетов не входило в цели и задачи данной научной работы. Поэтому обобщение такой информации в ходе эксперимента не проводилось. Тем не менее, такие процессы могут стать объектом последующих экспериментальных исследований и других научных работ.

## 7. SWOT-анализ результатов исследований

*Strengths.* Преимущества исследования:

- установлены зависимости падения начальной скорости пули и увеличения износа ствола ПМ при стрельбе боеприпасами длительных сроков хранения от величин этих сроков;
- спрогнозирован износ канала ствола ПМ при стрельбе боеприпасами сроком хранения до 50 лет;
- спрогнозирован максимальный срок хранения боеприпасов, превышение которого может привести к снижению минимально допустимой начальной скорости пули в пределах ресурса ствола ПМ;
- доказано, что падение начальной скорости пули является определяющим фактором влияния использования боеприпасов длительных сроков хранения на интенсивность износа канала ствола;
- получены ряд закономерностей, которые могут быть применены при аналогичных исследованиях не только других пистолетов, но и других видов стрелкового оружия.

*Weaknesses.* Недостатки исследования:

- увеличение погрешности исследования на 15,2 %, которое связано с отсутствием информации о способе хранения боеприпасов;
- предположительная 5 % погрешность, которая связана с отсутствием научных работ с исследованиями влияния перегрева пистолета при стрельбе, на его баллистические характеристики.

*Opportunities.* Перспективы исследования:

- применение полученных закономерностей для других короткоствольных систем;
- пересмотр как сроков гарантийного хранения боеприпасов, так и ресурсов оружия в целом, а их частей и механизмов – в частности;
- проведение исследований о влиянии использования боеприпасов длительных сроков хранения на техническое состояние вооружения;
- проведение исследования влияния интенсивности стрельбы на износ и ресурс вооружения;
- изучение с экономической точки зрения целесообразности использования боеприпасов длительного срока хранения, которое приводит к преждевременному исчерпанию ресурса ствола ПМ и, следовательно, к его ремонту или списанию;
- продолжение ряда исследований, связанных с использованием боеприпасов длительных сроков хранения в целом и 9 мм пистолетных патронов в частности.

*Threats.* Внешние угрозы исследования:

- полное или частичное исчерпание ресурса ствола в частности и оружия в целом при проведении аналогичных экспериментальных работ с использованием боеприпасов длительных сроков хранения;
- из-за возможных задержек и полом при стрельбе такими боеприпасами увеличивается вероятность срыва, задержки или не выполнения не только упражнений учебных стрельб, но и служебных и служебно-боевых задач.

## 8. Выводы

1. Полученные в ходе экспериментального исследования функции могут служить для прогнозирования износа канала ствола 9 мм пистолета ПМ при использовании боеприпасов сроком хранения до 50 лет.

2. Экспериментальным путём получены зависимости интенсивности изменения износа канала ствола и начальной скорости пули от количества выстрелов боеприпасами длительных сроков хранения для различных таких сроков.

3. Спрогнозирован максимальный срок хранения боеприпасов в 28,92 (с учётом возможных погрешностей – 21,63) года, превышение которого может привести к снижению минимально допустимой начальной скорости пули в пределах указанного выше ресурса.

4. Получены зависимости изменения начальной скорости пули и износа канала ствола ПМ от сроков хранения боеприпасов.

5. В ходе экспериментального исследования выявлены следующие закономерности:

– падение начальной скорости пули от количества произведённых выстрелов происходит быстрее, чем увеличение износа канала ствола пистолета от того же количества выстрелов;

– интенсивность падения начальной скорости пули обратно пропорциональна увеличению срока хранения боеприпасов;

– интенсивность увеличения износа канала ствола прямо пропорциональна увеличению срока хранения боеприпасов.

## Литература

1. Pro rishennia Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy vid 2 veresnia 2015 roku «Pro novu redaktsiiu Voiennoi doktryny Ukrainy» [Electronic resource]: Decree of the President of Ukraine from 24.09.2015 № 555/2015. – Available at: \www/URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555/2015>

2. Pro Natsionalnu hvardiiu Ukrainy [Electronic resource]: Law of Ukraine from 13.03.2014 № 876-VII. – Available at: \www/URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/876-18>

3. Anipko, O. B. Eksperimental'noe issledovanie iznosa stvola 5,45 mm avtomata Kalashnikova AK-74 pri strel'be boeprapasami dlitel'nyh srokov hraneniia [Text] / O. B. Anipko, A. O. Mulenko, A. A. Demchenko // Integrated Technologies and Energy Conservation. – 2013. – № 2. – P. 121–126.

4. Biryukov, A. I. Formulation of the problem and experimental study of wear barrel 9 mm Makarov when firing ammunition storage periods [Text] / A. I. Biryukov, I. Yu. Biryukov // Systems of Arms and Military Equipment. – 2014. – № 3 (39). – P. 12–17.

5. Anipko, O. B. Osoblyvosti kharakterystyk vnutrishnoi balistyky porokhovykh zariadiv boieprypasiv, yaki znakhodiatsiaza mezhamy harantiinykh strokiv zberihannia [Text] / O. B. Anipko, I. Yu. Biryukov, D. S. Baulin, V. I. Vorobiov. – Kharkiv: Academy of Internal Troops of Ukraine, Ministry of Internal Affairs of Ukraine, 2008. – 40 p.

6. Anipko, O. B. Vnutrenniaia ballistika stvol'nyh sistem pri primeneni boepripasov dlitel'nyh srokov hraneniia [Text]: Monograph / O. B. Anipko, Yu. M. Busiak. – Kharkiv: Academy of Internal Troops of Ukraine, Ministry of Internal Affairs of Ukraine, 2010. – 128 p.
7. Anipko, O. B. Vliianie dlitel'nosti hraneniia boepripasov na ballisticheskie harakteristiki strelkovogo oruzh'ia [Text] / O. B. Anipko, D. S. Baulin, I. Yu. Biryukov // Integrated Technologies and Energy Conservation. – 2007. – № 2. – P. 97–100.
8. Biryukov, I. Yu. Ekspluatatsiini kharakterystyky striletskoho ozbroiennia pry vykorystanni boieprypasiv dovhotryvaloho zberihannia [Text] / I. Yu. Biryukov, D. S. Baulin // Integrated Technologies and Energy Conservation. – 2008. – № 2. – P. 113–117.
9. Anipko, O. B. Problem of survivability of barrels small arms in a case use of ammunition after a guarantee periods of storage [Text] / O. B. Anipko, A. O. Mulenko, D. S. Baulin, A. D. Cherkashyn // Integrated Technologies and Energy Conservation. – 2010. – № 3. – P. 80–83.
10. Anipko, O. B. Zhivuchest' nareznyh i gladkih stvolov pri ispol'zovanii boepripasov poslegarantiinyh srokov hraneniia [Text] / O. B. Anipko, Yu. M. Busiak, P. D. Goncharenko, V. L. Haikov. – Sevastopol, 2012. – 107 p.
11. Ding, C. A mesh generation method for worn gun barrel and its application in projectile-barrel interaction analysis [Text] / C. Ding, N. Liu, X. Zhang // Finite Elements in Analysis and Design – 2017. – Vol. 124. – P. 22–32. doi: 10.1016/j.finel.2016.10.003
12. Deng, S. Transient finite element for in-bore analysis of 9mm pistols [Text] / S. Deng, H. K. Sun, C.-J. Chiu, K.-C. Chen // Applied Mathematical Modelling. – 2014. – Vol. 38, № 9–10. – P. 2673–2688. doi:10.1016/j.apm.2013.10.071
13. Deng, S. Rifles in-bore finite element transient analysis [Text] / S. Deng, H. K. Sun, C.-J. Chiu // International conference on mechanical, production and materials engineering (ICMPME'2012). – Bangkok, 2012. – P. 58–62.
14. Biryukov, A. I. Features of operation of guns with free return of the lock when using ammunition after-guarantee periods of storage [Text] / A. I. Biryukov // Integrated Technologies and Energy Conservation. – 2013. – № 2. – P. 80–85.
15. Biryukov, A. Experimental investigations influence of lengths barrel pistol on ballistic characteristics by use of long-term storage ammunition [Text] / A. Biryukov // Technology Audit and Production Reserves. – 2016. – № 4/1 (30). – P. 9–21. doi:10.15587/2312-8372.2016.74846
16. Biryukov, A. Analysis of ambient temperature change on depletion intensity of powder charges during long-term storage of ammunition [Text] / A. Biryukov, I. Biryukov // Technology Audit and Production Reserves. – 2016. – № 6/2 (32). – P. 28–35. doi:10.15587/2312-8372.2016.85462
17. Rukovodstvo po ekspluatatsii voiskovyh kalibrov i priborov dlia raketno-artilleriiskogo vooruzheniia [Text]. – Moscow: Voennoe izdanie Ministerstvo oborony SSSR, 1983. – 79 p.
18. Johnston, A. Understanding and Predicting Gun Barrel Erosion [Text] / A. Johnston. – Department of Defence Australian Government, 2005. – 52 p.

19. Lambert, J. Microsoft Office 2016. Step by Step [Text] / J. Lambert, C. Frye. – Microsoft, Press, 2016. – 564 p.

20. Kurs strilb [Text]: Order of the National Guard of Ukraine from 28.01.2017 № 727. – Kyiv, 2017. – 255 p.

НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПЕРВИЗДАНИЕМ