

УДК 623.522

Анипко О.Б., Муленко А.О., Баулин Д.С.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА СТВОЛА 5,45 мм АВТОМАТА  
КАЛАШНИКОВА АК-74 ПРИ СТРЕЛЬБЕ БОЕПРИПАСАМИ ДЛИТЕЛЬНЫХ СРОКОВ  
ХРАНЕНИЯ**

Эффективность и безопасность боевого применения оружия существенно зависит от степени износа стволов и качества используемых боеприпасов [1, 2]. Поэтому проблема установления закономерностей влияния состояния используемого боеприпаса на живучесть стволов ствольных систем представляется актуальной.

Стрелковое оружие является массовым, поскольку им вооружены военнослужащие всех родов и видов вооруженных сил. При этом ресурсные показатели ствола в сочетании с допустимыми характеристиками патрона определяют затраты на нанесение ущерба при выполнении огневых задач. Поскольку ствол по отношению к боеприпасам является более дорогостоящим элементом в системе “оружие – боеприпас”, то снижение его ресурса из-за ухудшения качества патронов, в том числе, вызванного геронтологическими изменениями, могут существенно увеличить затраты на решение типовых огневых задач. Иными словами речь идет о целесообразности использования боеприпасов длительных сроков хранения по отношению к повышающейся при этом интенсивности износа ствола.

Из всего многообразия причин, из-за которых происходит снижение живучести стволов и автоматики рассмотрен механизм влияния использования боеприпасов послегарантийных сроков хранения.

Качество внутренней поверхности канала ствола ствольной системы от выстрела к выстрелу изменяется и, в конце концов, достигает такого состояния, которое не обеспечивает необходимых баллистических характеристик при выстреле. Наиболее существенное исчерпание ресурса ствола происходит при стрельбе длинными очередями. В свою очередь свойства используемых боеприпасов, при продолжительном их хранении, определяются геронтологическими изменениями в порохах [3–6].

Результаты исследований, независимо проведенных в разных странах, свидетельствуют о том, что внутрибаллистические характеристики выстрела боеприпаса с календарным сроком хранения 18–22 года, отличаются существенно более высокими максимальными давлениями пороховых газов и скоростью горения пороха, что в совокупном действии существенно влияет на износ ствола и безопасность боевого применения оружия. При этом начальная скорость пули ( $V_0$ ) снижается [7, 8].

На современном этапе, методики определения состояния ствола, которые используются в войсках, основываются на контроле параметров, соответствующих внутренней баллистике “свежего” боеприпаса, то есть с календарным сроком хранения не превышает его гарантийный срок 10 лет. В связи с этим актуальными для боевого применения ствольных систем представляются следующие задачи:

- определение живучести ствола при использовании боеприпасов послегарантийных сроков хранения (ПСХ);
- разработка рекомендаций по коррекции методического аппарата контроля состояния ствола;
- разработка методического аппарата, который определяет возможность введения поправок на изменение начальной скорости, обусловленной старением боеприпасов.

Технический ресурс стволов стрелкового оружия (количество выстрелов) определяется и закладывается в технические характеристики образца на этапе его разработки и проектирования. Для основных образцов эти показатели приведены в “Инструкции по категорированию ракетно-артиллерийского вооружения” [9].

Однако, следует отметить, что значения справедливы при:

- режим стрельбы – средний, без явного перегрева ствола;
- боеприпасы гарантийных сроков хранения (параметры внутренней баллистики – табличные).

Как было установлено ранее проведенными исследованиями [3–7, 10], при применении боеприпасов послегарантийных сроков хранения, увеличивается максимальное давление в канале ствола, а его максимум смещается в сторону патронника, увеличивается скорость горения пороха, а сила пороха уменьшается.

Учитывая данные изменения допустимо предположить, что и технический ресурс ствола изменится в связи с изменением параметров внутрибаллистического процесса.

Контроль состояния стволов стрелкового оружия осуществляется, в том числе, путем измерения начальной скорости пули, которая, в свою очередь, также изменяется при использовании боеприпасов послегарантийных сроков хранения [6, 7, 11, 12].

Таблиця 1 – Технический ресурс стволов стрелкового оружия

| Вид оружия                      | Количество выстрелов |
|---------------------------------|----------------------|
| 9 мм ПМ                         | 4000                 |
| 9 мм АПС                        | 8000                 |
| 5,45 мм ПСМ                     | 3000                 |
| 7,62 мм СВД                     | 6000                 |
| 7,62 мм АКМ и его модификации   | 10000                |
| 5,45 мм АК74 и его модификации  | 10000                |
| 7,62 мм ПКМ и его модификации   | 25000                |
| 7,62 мм РПК и его модификации   | 20000                |
| 5,45 мм РПК74 и его модификации | 20000                |
| 12,7 мм НСВ                     | 10000                |
| 14,5 мм КПВТ                    | 12000                |

Для выявления значений и характера этих изменений были проведены экспериментальные исследования по определению начальной скорости пули 5,45 мм автомата Калашникова АК-74.

В эксперименте использовались четыре новых автомата Калашникова АК-74 (№№ 6730784-89, 6742108-90, 6775591-90, 6776590-90), которые произведены на федеральном государственном унитарном предприятии “Ижевский механический завод”, Россия. Используемые боеприпасы – 5,45 мм патроны с обыкновенной пулей 1979-го, 1982-го и 1986-го годов изготовления, что соответствует 33, 30 и 26 годам хранения соответственно. Режим стрельбы определялся учебными задачами, решаемыми курсантами мотострелковых подразделений – равномерный, короткими очередями без перегрева стволов.

Измерения начальных скоростей пуль проводилось на этапах настрела стволов – 0, 5000, 7500 и 10000 выстрелов. На каждом этапе проведено по 30 измерений начальной скорости пули каждого автомата. При определении начальной скорости пули использовались “нормальные” боеприпасы со сроком хранения 10 лет, с целью исключения влияния на начальную скорость геронтологических изменений порохового заряда.

При проведении экспериментальных стрельб по измерению начальных скоростей пуль, оружие и измерительное оборудование было размещено исходя из требований обеспечения выполнения мер безопасности при обращении с оружием (рис. 1).

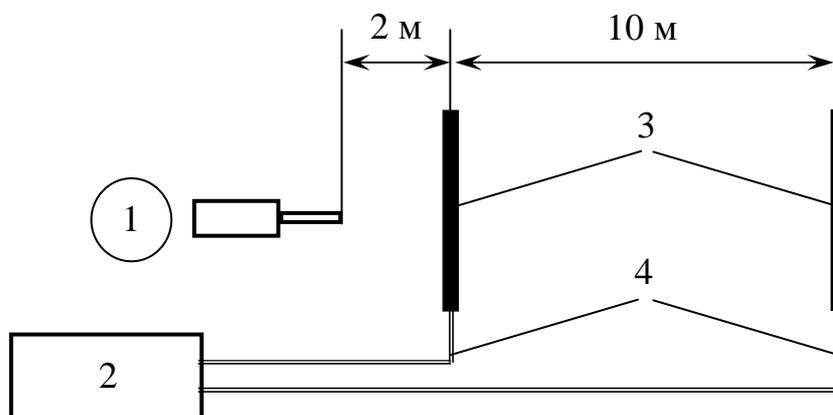


Рисунок 1 – Схема эксперимента

1 – оружие, 2 – хронометр, 3 – блокирующие устройства, 4 – соединительные провода

Влияние нагрева ствола на изменение начальной скорости пули при проведении эксперимента не учитывалось. В описываемом эксперименте, стрельба проводилась одиночными выстрелами с интервалом в 2 минуты.

Для определения промежутка времени, за который пуля преодолевает отрезок пути между блокирующими устройствами, был использован электронный хронометр “Нептун” (рис. 2), предназначенный для измерения промежутков времени от  $10^{-6}$  с до 1000 с при температуре окружающей среды от +1 °С до +40 °С [13].



Рисунок 2 – Электронный хронометр “Нептун”

Полученные результаты обобщены в виде зависимостей изменения начальных скоростей пуль от ресурса стволов в выстрелах ( $n$ ), которые представлены в табл. 2 и на рис. 3, и описываются следующими выражениями:

– для “нормальных” боеприпасов

$$V_0^{\text{норм}} = 900 - 5 \cdot 10^{-3} n ; \quad (1)$$

– для автоматов (№№ 6730784-89, 6775591-90, 6776590-90)

$$V_0 = 900 + 12n - 5n^2 ; \quad (2)$$

– для автомата (№ 6742108-90)

$$V_0 = 900 + 21,85n - 7,75n^2 . \quad (3)$$

Таблица 2 – Средние значения начальных скоростей пуль, полученные в результате четырех этапов эксперимента

| Количество выстрелов, ( $n$ ) | Начальная скорость пули ( $V_0$ ), м/с |         |         |         |
|-------------------------------|--|---------|---------|---------|
|                               | 6730784                                | 6742108 | 6775591 | 6776590 |
| 0                             | 900,1                                  | 900,1   | 899,5   | 899,6   |
| 5000                          | 895,0                                  | 894,6   | 895,0   | 894,8   |
| 7500                          | 885,1                                  | 884,8   | 884,9   | 884,8   |
| 10000                         | 860,0                                  | 847,1   | 859,7   | 859,8   |

Анализ результатов предыдущих исследований и данные эксперимента позволяют сделать следующие выводы:

- линия 1 – нормальные боеприпасы с гарантийными сроками эксплуатации;
- линии 2, 3, 4 соответствуют изменениям начальных скоростей пуль трех автоматов;
- линия 5 – четвертый автомат, показавший большую интенсивность изменения начальной скорости пули.

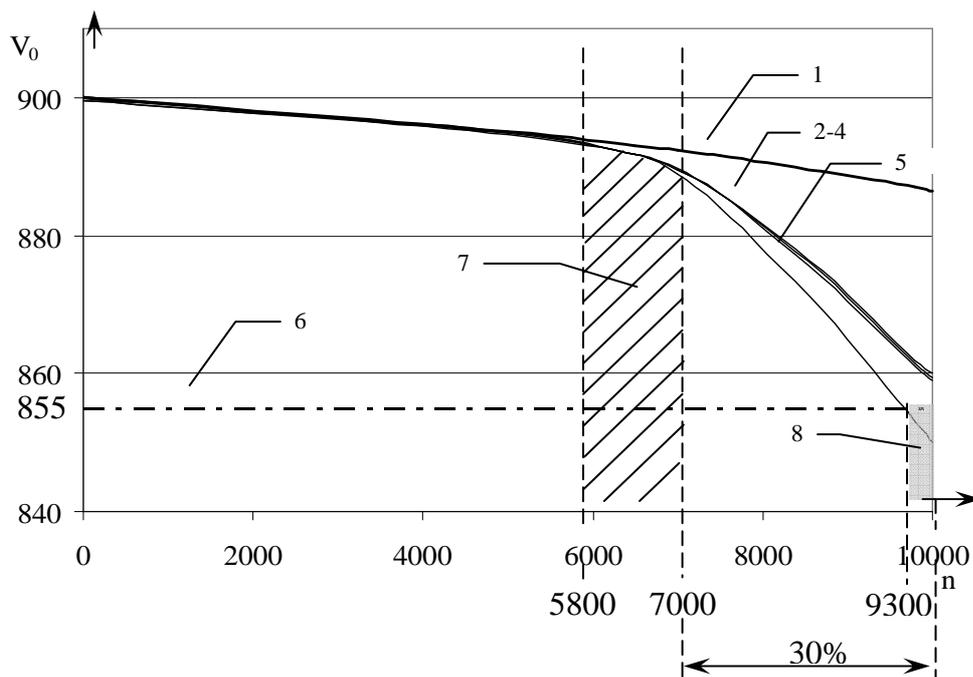


Рисунок 3 – Изменение средних значений начальных скоростей пуль в зависимости от ресурса стволов.  
 1 – график изменения  $V_0$  при применении нормальных боеприпасов; 2–4 – график изменения  $V_0$  автоматов (№№ 6730784-89, 6775591-90, 6776590-90); 5 – график изменения  $V_0$  автомата (№ 6742108-90); 6 – линия максимально допустимой величины падения  $V_0$  для используемых автоматов; 7 – область начала более интенсивного изменения  $V_0$ ; 8 – трудно-прогнозируемый интервал износа ствола

Пунктиром отмечена линия, которая определяет снижение начальной скорости пули на 5 % от табличного значения – 855 м/с. Согласно [9], одной из причин выбраковки ствола является снижение начальной скорости ниже этой величины.

Из данных табл. 2 и рис. 3 видно, что изменения  $V_0$  всех четырех автоматов практически совпадают до точки, равной ~ 7000 выстрелов. Эта часть графика отличается от нормальной эксплуатации ствола с нормальными боеприпасами на величину не превышающую 0,4 %.

При применении боеприпасов длительных сроков хранения, наилучшим результатом являются линии 2, 3, 4 – три автомата, значения начальных скоростей пуль которых фактически на 10000 выстрелов приходят к 5% снижению. Один образец пересекает линию браковки ствола “недорабатываая” ~ 8 % ресурса.

Характерной точкой на графике является координата 7000 выстрелов. Учитывая дискретный характер контроля начальной скорости  $V_0$  при проведении эксперимента, можно предположить, что начало более интенсивного изменения  $V_0$  лежит в диапазоне ~ 5800–7000 выстрелов. Точка в 7000 выстрелов – это 70 % ресурса, то есть на остаточном ресурсе ствола в 30 % начинаются более существенные отклонения  $V_0$  и интенсивность истощения ресурса ствола возрастает. При этом можно предположить, что при более интенсивном режиме ведения огня координата точки начала интенсивного падения начальной скорости будет смещаться к 5000 выстрелов.

В результате визуального контроля и с помощью калибров установлено:

- разгар газовой трубки;
- задержки при стрельбе и утыкания патрона после 6500 выстрелов.

При нормативе, что на 1000 выстрелов одного автомата допускается 1 задержка, связанная с работой автоматики, начало резкого повышения интенсивности задержек при стрельбе и проявление неисправностей лежит именно в диапазоне перегиба – 5800–7000 выстрелов.

В эксперименте результат начала повышения интенсивности износа ствола в 70 % получили на конкретной выборке, причем экспериментальную группу автоматов можно разделить по годам производства следующим образом (рис. 3):

Один автомат 1989-го года и два автомата 1990-го года показали большую стойкость стволов к влиянию внутрибаллистических факторов, вызванных геронтологическими изменениями в пороховом заряде, а один автомат 1990-го года, соответствующий той же технологии производства, что и остальные, показал повышенную интенсивность износа ствола. Можно ожидать, что 25 % образцов будут показывать

такі результати. Причому ця картина характерна тим, що після 9300 вистрелів (93 % ресурса) починається трудно-прогнозуваний інтервал износа, який характеризується некоректуємою стрільбою. Якщо показання  $V_0$  трьох автоматів лежать в діапазоні 5-процентного зниження і можна з допомогою пристрелки і введення поправок говорити про можливої дальнійшій експлуатації даних образців, то з четвертим образцем при допомозі корекції затrudнително добитися позитивних результатів при стрільбі.



Рисунок 3 – Група автоматів по роках виробництва

Основним результатом експериментальних досліджень слід вважати виявлену закономірність зміни початкової швидкості кулі, пов'язану з расстрелом ствола і його износом, а також елементів автоматики і газового тракту, що викликане застосуванням боєприпасів довготривалого зберігання і факторів внутрішньої балістики, які впливають на це.

Таким чином, проблема забезпечення необхідного ресурсу стволів і система забезпечення якості боєприпасів при експлуатації ствольних систем може бути вирішена на основі отриманих закономірностей (1), (2), (3) износа ствола від кількості вистрелів.

#### Література

1. STANAG 4512 Infantry Weapons Standardization — «Стандартизація піхотного озброєння». Електронний інтернет ресурс <http://nsa.nato.int/nsa/nsdd/listpromulg.html>.
2. STANAG 4569 «Методи оцінки рівней захисти боєвих бронированих машин легкої категорії при поразенні боєприпасами кінетического дієвства і осколками осколочно-фугасних снарядів польової артилерії». Електронний інтернет ресурс <http://nsa.nato.int/nsa/nsdd/listpromulg.html>.
3. Горст А.Г. Пороха і взривчаті речовини / А.Г. Горст. – М.: Машиностроєння, 1972. – 208 с.
4. Взривчаті речовини і пороха [Будников М.А., Левкович Н.А., Быстров И.В. і др.] – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1955. – 364 с.
5. Рекомендації щодо аналізу стану та бойового і навчально-бойового використання боєприпасів, строк експлуатації яких закінчився (більш 15 років) до стрілецької зброї та артилерійського озброєння [Текст] : звіт про НДР / Акад. внутрішніх військ МВС України; керівн. О.Б. Аніпко; викон. : Д.С. Баулін [та ін.]. – Х., 2007. – 91 с.
6. Особливості характеристик внутрішньої балістики порохових зарядів боєприпасів, які знаходяться за межами гарантійних строків зберігання : навчально-методичний посібник [для вищ. навч. закл.] / О.Б. Аніпко, І.Ю. Бірюков, Д.С. Баулін, В.І. Воробйов. – Х.: Акад. внутрішніх військ МВС України. 2008. – 40 с.
7. Аніпко О.Б. Внутренняя баллистика ствольных систем при применении боеприпасов длительного хранения [Текст] / О.Б. Аніпко, Ю.М. Бусяк. – Х.: Акад. внутрішніх військ МВС України. – 2010. – 129 с.
8. Аніпко О.Б. Живучість гладких і нарезних стволів при використанні боєприпасів післягарантійних строків зберігання [Текст] / О.Б. Аніпко, Ю.М. Бусяк, П.Д. Гончаренко, В.Л. Хайков. – Севастополь: Акад. ВМС ім. П.С. Нахімова. – 2012. – 208 с.
9. Инструкция по категорированию ракетно-артиллерийского вооружения, введенная в действие приказом № 502 от 13.09.1985 г. командира войсковой части 64176 – М.: Военное издательство, 1986. – 61 с.
10. Шагов Ю.В. Взривчаті речовини і пороха / Ю.В. Шагов. – М.: Военное издательство Министерства Обороны СССР, 1976. – 120 с.
11. Чуев Ю.В. Проектирование ствольных комплексов / Ю.В. Чуев. – М.: Машиностроєння, 1976. – 216 с.
12. Орлов Б. В. Устройство и проектирование стволів артиллерийских орудий / Б.В. Орлов, Э.К. Ларман, В.Г. Маликов. – М.: Машиностроєння, 1976. – 431 с.
13. Электронный хронометр «Нептун»: техническое описание. – 1975. – 51 с.

Bibliography (transliterated)

1. STANAG 4512 Infantry Weapons Standardization — «Standartizacija pehotnogo oruzhija». Jelektronnyj internet resurs <http://nsa.nato.int/nsa/nsdd/listpromulg.html>.
2. STANAG 4569 «Metody ocenki urovnej zashhity boevyh bronirovannyh mashin legkoj kategorii pri porazhenii boepripasami kineticheskogo dejstvija i oskolkami oskolochno-fugasnyh snarjadov pole-voj artillerii». Jelektronnyj internet resurs <http://nsa.nato.int/nsa/nsdd/listpromulg.html>.
3. Gorst A.G. Poroha i vzryvchatye veshhestva A.G. Gorst. – M.: Mashinostroenie, 1972. – 208 p.
4. Vzryvchatye veshhestva i poroha [Budnikov M.A., Levkovich N.A., Bystrov I.V. i dr.] – M.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo oboronnoj promyshlennosti, 1955. – 364 p.
5. Rekomendacii shhodo analizu stanu ta bojovogo i navchal'no-bojovogo vikoristannja boepripasiv, strok ekspluatacii jakih zakinchivsja (bil'sh 15 rokov) do strilec'koï zbroï ta artilerijs'kogo ozbroennja [Tekst] : zvit pro NDR Akad. vnutrishnih vijs'k MVS Ukraïni; kerivn. O.B. Anipko; vikon. : D.S. Baulin [ta in.]. – H., 2007. – 91 p.
6. Osoblivosti harakteristik vnutrishn'oï balistiki porohovih zarjadiv boepripasiv, jaki znahodjat'sja za mezhami garantijnih strokiv zberigannja : navchal'no-metodichnij posibnik [dlja vishh. navch. zakl.] O.B. Anipko, I.Ju. Birjukov, D.S. Baulin, V.I. Vorobjov. – H.: Akad. vnutrishnih vijs'k MVS Ukraïni. 2008. – 40 p.
7. Anipko O.B. Vnutrennjaja ballistika stvol'nyh sistem pri primenenii boepripasov dlitel'nyh strokov hranenija [Tekst] O.B. Anipko, Ju.M. Busjak. – H.: Akad. vnutrishnih vijs'k MVS Ukraïni. – 2010. – 129 p.
8. Anipko O.B. Zhivuchest' gladkih i nareznyh stvolov pri primenenii boepripasov poslegarantijnyh strokov hranenija [Tekst] O.B. Anipko, Ju.M. Busjak, P.D. Goncharenko, V.L. Hajkov. – Sevastopol': Akad. VMS im. P.S. Nahimova. – 2012. – 208 p.
9. Instrukcija po kategorirovaniju raketno-artillerijskogo vooruzhenija, vvedennaja v dejstvie pri-kazom # 502 ot 13.09.1985 g. komandira vojskovoï chasti 64176 – M.: Voennoe izdatel'stvo, 1986. – 61 s.
10. Shagov Ju.V. Vzryvchatye veshhestva i poroha Ju.V. Shagov. – M.: Voennoe izdatel'stvo Ministerstva Oborony SSSR, 1976. – 120 p.
11. Chuev Ju.V. Proektirovanie stvol'nyh kompleksov Ju.V. Chuev. – M.: Mashinostroenie, 1976. – 216 p.
12. Orlov B. V. Ustrojstvo i proektirovanie stvolov artilerijskikh orudij B.V. Orlov, Je.K. Larman, V.G. Malikov. – M.: Mashinostroenie, 1976. – 431 p.
13. Jelektronnyj hronometr “Neptun”: tehničeskoe opisanie. – 1975. – 51 p.