

ПРОБЛЕМА ЖИВУЧЕСТИ СТВОЛОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БОЕПРИПАСОВ ПОСЛЕГАРАНТИЙНЫХ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ

Опыт боевого применения оружия показывает, что оружие, обладающее хорошей действительностью огня и высокой маневренностью, не может получить признания, если оно не обеспечивает необходимой надежности действия. Надежность оружия обеспечивает уверенность солдата в своем оружии при использовании его в различных условиях. Причем безотказность действия механизмов стрелкового оружия должна обеспечиваться в любых условиях его использования, как при нормальных условиях стрельбы, так и при неблагоприятных.

Обеспечение безотказности действия автоматического оружия по сравнению с неавтоматическим оружием является более трудной задачей в силу его большей сложности и большего количества механизмов.

Ввиду массового изготовления оружия особенно большое значение в настоящее время приобретает проблема живучести оружия, в частности живучести стволов как основного элемента, обеспечивающего баллистические свойства боеприпаса. Вопрос о живучести стволов является чрезвычайно важным, так как в настоящее время ствол имеет относительно низкий ресурс по сравнению с другими частями оружия. Нередко продолжительность службы автоматики в целом оказывается на порядок больше, чем живучесть ствола. Эта диспропорция стимулирует поиски пути повышения живучести стволов. Основными причинами, вызывающими износ нарезных стволов, являются: максимальное давление и температура пороховых газов в стволе; давление снаряда на боковую грань нареза; трение о поверхность канала при движении пули по нарезу [1–4].

Среди большого разнообразия требований, предъявляемых к современному стрелковому оружию, можно выделить безотказную работу образца вооружения, которая достигается обеспечением необходимой живучести деталей и механизмов оружия.

Живучесть оружия характеризуется продолжительностью нормальной работы ее деталей без поломок и изнашивание свыше допустимой границы [3, 4].

На живучесть оружия большое влияние оказывают условия его эксплуатации. Среди них особое значение имеет режим огня и условия сбережения и хранения оружия. С увеличением интенсивности стрельбы, определяемой режимом огня, живучесть оружия снижается вследствие более сильного нагрева и износа деталей. Наиболее сильное влияние режим огня оказывает на живучесть стволов, длительность службы которых резко снижается с увеличением темпа стрельбы и длины очереди. Отклонение от установленных норм сбережения и хранения оружия также снижает его живучесть. При этом особое значение имеет своевременность чистки и смазки оружия, уменьшающей износ деталей и предохраняющей их от коррозии.

Динамический характер усилий и напряжений, действующих во многих деталях автоматического оружия, затрудняет обеспечение их прочности и является одной из главных причин сравнительно низкой живучести. В силу этой и других причин живучесть деталей автоматического оружия не превышает нескольких десятков тысяч выстрелов. Особое значение имеет обеспечение достаточной живучести ствола, играющего решающую роль в общей живучести оружия. При этом живучесть оружия оценивается по степени долговечности, то есть по возможности объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. В оружии, как правило, долговечность оценивается ресурсом ствола, причем о наступлении предельного состояния судят по одному из косвенных признаков: падению начальной скорости снаряда на 5 % (иногда на 10 %); увеличению технического рассеивания пуль в 2,5 раза; попаданию 50 % пуль в мишень плашмя (потеря устойчивости).

Живучесть оружия измеряется количеством сделанных из оружия выстрелов до существенного изменения баллистических качеств оружия, которые определяются по ухудшению кучности боя, возникновению случаев срыва пуль с нарезов, приводящих к неправильному полету пули. При общей живучести стрелкового вооружения от 20 до 100 тыс. выстрелов живучесть стволов составляет всего от 4 до 25 тыс. выстрелов [5].

На процесс изнашивания поверхности канала ствола влияет большое количество факторов: конструктивных, технологических, баллистических, эксплуатационных. С ростом изнашивания ухудшаются баллистические качества ствола и, как следствие – наблюдается снижение начальной скорости пули, увеличивается рассеивание, которые приводят к увеличению количества боеприпасов, необходимых на вы-

полнение огневой задачи.

Продолжительность срока службы ствола зависит от многих причин: конструкции ствола, количества боеприпасов, сортов пороха и эксплуатационных условий.

Основной причиной износа канала ствола является истирание его внутренних поверхностей в результате:

- давления между выступами оболочки пули и полями нарезов, возникающего вследствие вращательного движения пули;
- трения при движении пули;
- усилия, возникающего при врезании полей нарезов в оболочку пули;
- эффекта разгара ствола.

Разгар канала ствола представляет собой сложный процесс, не изученный еще в полной мере [1, 6]. Специальные исследования и опыт эксплуатации разнообразных видов ствольного оружия показывают, что на разгар канала ствола оказывает влияние ряд факторов: калибр ствола и его баллистические показатели, конструкция и металл ствола, состояние порохового заряда. Повышение скорости пули и давления пороховых газов усиливают разгар. Для объяснения механизма разгара рядом исследователей предложено несколько гипотез [1, 6]:

- гипотеза термического действия пороховых газов. Данная гипотеза исходит из того, что разгар канала ствола обусловлен, главным образом, тепловым воздействием пороховых газов на металл ствола.
- гипотеза механического действия потока пороховых газов. В этой гипотезе признается, что решающим фактором разгара является механическое газодинамическое действие пороховых газов, причем существенное значение придается вихреобразному движению газов. Вихреобразованию способствует изменение сечения канала при переходе от камеры к нарезной части и наличие нарезов.
- гипотеза химического действия пороховых газов. В данной гипотезе признается, что решающим фактором разгара является изменение механических качеств металла за счет химического воздействия пороховых газов на металл.

При этом во всех гипотезах переменными величинами указываются давление пороховых газов и скорость горения порохового заряда, которые напрямую зависят от состояния порохового заряда.

По опыту хранения боеприпасов можно судить, что их чувствительность к внешним воздействиям со временем повышается, что связано с изменением свойств пороховых зарядов, которыми снаряжены боеприпасы. Несмотря на лакокрасочные покрытия поверхностей корпусов, соприкасающихся с зарядом, с течением времени могут происходить взаимодействие порохов с материалом корпуса боеприпасов и образование более чувствительных по сравнению с исходным зарядами соединений, что повышает опасность дальнейшего хранения боеприпасов.

Изменение физико-химических свойств пороховых зарядов в процессе хранения существенно влияет на показатели параметров внутренней баллистики при выстреле [8].

Вместе с тем теория длительного хранения боеприпасов до сих пор в достаточной степени не разработана. Не установлена количественная связь между химической стойкостью порохов и гарантийным сроком хранения боеприпасов. Поэтому на практике сроки хранения устанавливаются эмпирически по результатам контрольных испытаний, в процессе которых определяются сохранность боеприпасов и их боевые свойства [8].

Все пороха для нарезного оружия подразделяются на быстро, средне и медленно горящие. Последние позволяют поддерживать высокое давление газов в течение всего пути пули по каналу ствола, и тем самым придавать пуле более высокую начальную скорость. Однако именно медленно горящие пороха вызывают ускоренную термическую эрозию и сильнее всего изнашивают ствол. Для достижения максимального ресурса стволов среднего калибра следует обратить внимание на патроны, рабочее давление которых находится в пределах 3200–3600 кг/см².

Американские исследователи провели эксперименты с целью выяснить зависимость живучести ствола от типа применяемого патрона, а также от типа пороха, используемого в боеприпасе. Тенденция, выявленная в ходе исследований, однозначно свидетельствовала – чем медленнее горит порох, тем короче жизнь ствола.

В работе [7] на основе экспериментальных исследований скорости горения порохов боеприпасов различных сроков хранения сделан вывод – с увеличением срока хранения пороха увеличивается скорость его горения, максимальное давление пороховых газов, при чем начальная скорость падает.

Анализ данных вышеупомянутых исследований позволяет прогнозировать ухудшение живучести стволов стрелкового оружия при применении боеприпасов длительных сроков хранения. Для получения более точных данных необходимо проведение дальнейших исследований по изучению влияния сроков хранения порохов на живучесть стрелковых комплексов.

Предыдущими исследованиями [8, 9] были установлены основные этапы жизненного цикла бое-

припасов к стрелковому оружию на послегарантийных сроках хранения. При этом теоретически и экспериментально были определены количественные показатели некоторых внутрибаллистических характеристик:

- начальная скорость пули;
- масса порохового заряда;
- время достижения давления форсирования при выстреле;
- скорость горения порохового заряда;
- плотность пороха.

Используя данные эксперимента и учитывая, что на разных этапах эксплуатации боеприпасов изменяются вышеупомянутые характеристики, было определено изменение живучести ствола 7,62 мм пулемета Калашникова ПКМС при использовании боеприпасов разных сроков эксплуатации согласно выражения Габо-Слухоцкого [4]:

$$N = K \cdot \frac{(D_0^2 - d^2) \cdot (1 + \Delta_d) \cdot e^{-n_1 \cdot t_0}}{e^{2,8 \cdot n_1 p_0 + n_2 \cdot T} \cdot \omega \cdot V_0^2} \cdot \left[\Delta_d \cdot \left(\frac{V_1}{V_d} \right)^2 + \left(\frac{0,64}{1 + \chi_n \cdot \Delta_d} \cdot \frac{1}{V_0} \right)^2 \cdot 2 \cdot g \cdot \frac{1 + \Theta}{2 + \Theta} \cdot \frac{p_d}{\gamma_d} \right],$$

где N – количество выстрелов; K – коэффициент, который зависит от калибра, глубины и крутизны нарезов; D_0 (м) – калибр по нарезам; d (м) – калибр по полям; $\Delta_d = \frac{W_d}{W_0}$ – число объемов расширения газов в канале ствола; $W_d = S \cdot l_d$ (м³) – полный объем канала ствола; S (м²) – площадь сечения канала ствола; l_d (м) – полный путь пули; W_0 (м³) – объем зарядной каморры; ω (кг) – масса заряда; V_0 (м/с) – начальная скорость пули; $n_1 = k \cdot (1 - \lambda_1)$ – коэффициент [4]; k – коэффициент [4]; λ_1 – коэффициент [4]; $n_2 = k \cdot \lambda_1$ – коэффициент [4]; p_0 (кг/м²) – давление форсирования; T (°C) – температура горения пороха; t_0 (°C) – температура поверхностного слоя ствола к началу врезания пули в нарезы; $\frac{V_1}{V_d}$ – коэффициент из таблицы

[4]; $\chi_n = \frac{1}{\chi + 0,75 \cdot \frac{d}{l_0}}$ – коэффициент [4]; χ – коэффициент расширения; l_0 (м) – приведенная длина каморры; g (м/с²) – ускорение свободного падения; Θ – характеристика; p_d (кг/м²) – дульное давление; $\gamma_d = \frac{\Delta}{(1 + \Delta_d) \cdot 1000}$ (кг/м³) – коэффициент; Δ (кг/м³) – плотность заряжания.

Как видно, в выражение входят достаточное количество характеристик, зависящих от сроков эксплуатации боеприпасов.

Однако выражение Габо-Слухоцкого может применяться только для относительного анализа состояния и прогнозирования живучести стволов стрелкового оружия.

Таким образом, при эксплуатации стрелкового оружия необходимо учитывать сроки эксплуатации боеприпасов и, согласно этому, определить дополнительные мероприятия по контролю состояния каналов стволов, которые бы позволили обоснованно вводить поправки и проводить корректирование прицельных приспособлений по дальности при стрельбе во избежание перерасхода боеприпасов при выполнении огневых задач.

На основании данных исследований могут быть решены следующие задачи:

- теоретически – усовершенствована модель эксплуатации стволов стрелкового оружия при применении боеприпасов послегарантийных сроков хранения;
- экспериментально – определение фактических показателей и разработка технических решений по методам контроля за состоянием стволов, на основании чего могут быть разработаны технические рекомендации по применению боеприпасов на послегарантийных сроках хранения и принципиальные решения о сроках их применения.

В совокупности синтез полученных решений позволяет решить принципиальный вопрос о целе-

сообразности применения боеприпасов длительных сроков хранения с точки зрения экономических затрат, связанных со снижением ресурса ствола.

Литература

1. Благонравов А.А. Материальная часть стрелкового оружия / Благонравов А.А. – М.: Оборонгиз, 1945. – 572 с.
2. Орлов Б.В. Проектирование ракетных и ствольных систем / Орлов Б.В. – М.: Машиностроение, 1974. – 393 с.
3. Орлов Б.В. Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий / Орлов Б.В., Ларман Э.К., Маликов В.Г. – М.: Машиностроение, 1976. – 431 с.
4. Чуев Ю.В. Проектирование ствольных комплексов / Чуев Ю.В. – М.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
5. Благонравов А.А. Основания проектирования автоматического оружия / Благонравов А.А. – М.: Оборонгиз, 1940. – 487 с.
6. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика / Серебряков М.Е. – М.: Оборонгиз, 1949. – 670 с.
7. Рекомендації щодо аналізу стану та бойового і навчально-бойового використання боеприпасів, 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. Інв. № 20.
8. Аніпко О.Б. Внутренняя баллистика ствольных систем при применении боеприпасов длительных сроков хранения [Текст] / О.Б. Аніпко, Ю.М. Бусяк, Д.С. Баулін, И.Ю. Бирюков. – Х.: Акад. внутрішніх військ МВС України. – 2010. – 129 с.
9. Особливості характеристик внутрішньої балістики порохових зарядів боеприпасів, 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.

УДК 623.522

Аніпко О.Б., Муленко О.О., Баулін Д.С., Черкашин О.Д.

ПРОБЛЕМА ЖИВУЧОСТІ СТОЛІВ СТРЕЛЬЦЬКОЇ ЗБРОЇ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БОЄПРИПАСІВ ПІСЛЯГАНТІЙНИХ СТРОКІВ ЗБЕРІГАННЯ

У статті розкриваються основні причини, що впливають на живучість ствольних систем. На підставі теоретичних і експериментальних досліджень визначені подальші напрямки експлуатації стрілецької зброї при застосуванні боеприпасів післягантийних строків зберігання.

Anipko O.B., Mulyenko A.O., Baulin D.S., Cherkashyn A.D.

PROBLEM OF SURVIVABILITY OF BARRELS SMALL ARMS IN A CASE USE OF AMMUNITION AFTER A GUARANTEE PERIODS OF STORAGE

In the article dominant causes which influence for survivability barrels systems are considered. On the basis of theoretical and experimental researches the further directions of operation small arms in a case use of ammunition after a guarantee periods of storage are determine.