

УДК 623.522

А.Д. Черкашин

Академия внутренних войск МВД Украины, Харьков

ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ ПРОГНОЗА И КОРРЕКЦИЯ ЗАВИСИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПУЛИ 9 ММ ПИСТОЛЕТНОГО ПАТРОНА ПМ

В статье раскрываются основные проблемы, которые влияют на сроки хранения боеприпасов. На основании теоретических и экспериментальных исследований проверена работоспособность модели эксплуатации боеприпасов для стрелкового оружия послегарантийных сроков хранения.

Ключевые слова: послегарантийные сроки хранения, модель эксплуатации боеприпасов.

Введение

Одним из требований, предъявляемых к порохам для практического использования, является стабильность, то есть способность при хранении не изменять своих физико-химических, а, следовательно, и баллистических свойств.

Баллистические качества пироксилиновых порохов определяются совокупностью ряда свойств: работоспособностью, формой пороховых элементов, скоростью горения, и оцениваются величинами начальной скорости пули, максимального давления пороховых газов и срединного отклонения начальной скорости при стрельбе из того или иного оружия [1, 2].

Способность порохов обеспечивать постоянство этих величин в процессе длительного хранения и при стрельбе в различных условиях – есть баллистическая стабильность порохов. Она тесно связана с их физической и химической стойкостью. Пороха, отличающиеся высокой физической или химической стойкостью, будут и баллистически стабильными [1, 2].

Основной раздел

Баллистическая стабильность играет решающую роль при установлении срока эксплуатации порохов.

Проблема стабилизации возникает в каждом случае с момента разработки и принятия на вооружение порохов. Ее актуальность вытекает как из требования обеспечения безопасности в обращении с порохами, так и из требований экономического характера и обеспечения надежности функционирования зарядов боеприпасов.

Главнейшими факторами, определяющими способность к длительному хранению, являются: состав, качество исходных материалов, способ производства, примеси в порохе, условия хранения.

Продолжительность хранения порохов имеет исключительно большое значение, как для Вооруженных Сил, так и для оборонно-промышленного комплекса, так как с ней связаны вопросы необходимых производственных мощностей пороховых

заводов и создание системы контроля за состоянием порохов. Однако установление гарантийных сроков безопасного хранения порохов и их эксплуатационной пригодности является чрезвычайно трудной проблемой. Имеющиеся сведения [1, 2] о состоянии порохов при длительном хранении не дают надежных данных для определения продолжительности безопасного хранения порохов.

Проблема старения пороховых зарядов и ухудшения, в связи с этим, баллистических характеристик оружия известна и не нова. Однако имеющиеся данные исследований физико-химических изменений в порохах охватывают срок их хранения до 5 лет, прогнозы – до 10 лет [3]. Данные об изменениях, происходящих в порохах при более длительных сроках хранения отсутствуют.

Известно [2], что все пироксилиновые пороха по природе компонентов являются системами химически неустойчивыми, поэтому в процессе эксплуатации претерпевают физические и химические превращения. Одной из важнейших проблем в комплексной оценке свойств порохов и зарядов является прогнозирование таких изменений на длительных отрезках времени и установление, на этой основе, гарантийных сроков их эксплуатационной пригодности, а также назначение видов и сроков очередных переиспытаний.

Наиболее объективно эта задача решается на основе анализа статистических данных об изменении свойств порохов при эксплуатации в естественных условиях. Наблюдения за поведением нитроцеллюлозных порохов (НЦП) ведутся уже около 100 лет [3]. За это время накоплен большой статистический материал, позволяющий по результатам определения физико-химических показателей методом сравнения устанавливать ориентировочные сроки эксплуатации порохов и зарядов. При этом общий срок годности НЦП может достигать 20 лет [3, 4].

Но, несмотря на большой объем выполненных работ, проблема стабилизации порохов содержит еще много неопределенных вопросов, что связано со сложностью физико-химических процессов, проте-

кающих в порохах при хранении, трудностью наблюдения за ходом этих процессов в многокомпонентных твердых системах (особенно на промежуточных стадиях), невозможностью выделения в чистом виде большинства продуктов превращения.

Под влиянием ряда факторов (температура, влажность воздуха, свет, кислород, окисляющие агенты) компоненты порохов подвергаются химическим превращениям (старению), сопровождающимся изменением их баллистических характеристик.

Опыт хранения боеприпасов показывает, что их чувствительность к внешним воздействиям со временем повышается, что связано с изменением свойств пороха, которым снаряжены боеприпасы.

Несмотря на лакокрасочные покрытия поверхностей корпусов, соприкасающихся с пороховым зарядом, с течением времени могут происходить взаимодействие пороха с материалом корпуса боеприпаса и образование более чувствительных по сравнению с исходным пороховым зарядом соединений, что повышает опасность дальнейшего хранения боеприпасов.

Все это послужило основанием для проведения комплекса научно-исследовательских работ по выявлению зависимостей изменения баллистических характеристик пороховых зарядов боеприпасов ствольных систем.

Научно-исследовательским центром Академии внутренних войск МВД Украины проводятся работы по изучению свойств пороховых зарядов и влияние их на баллистические характеристики стрелкового оружия.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана модель эксплуатации боеприпасов на различных этапах их хранения [5]. С помощью этой модели возможна оценка и прогнозирование изменения физико-химических свойств пороховых зарядов по величине начальной скорости пули [6, 7].

Экспериментальные исследования свойств пороховых зарядов 9 мм пистолетных патронов ПМ позволили выявить зависимость изменения начальной скорости пули от срока хранения и разработать практические рекомендации по их дальнейшему использованию.

На рис. 1. приведен график зависимости изменения безразмерной начальной скорости пули 9 мм пистолетного патрона ПМ от времени хранения от 10 до 37 лет и ее аналитическое выражение.

$$\frac{V_0^\tau}{V_0^{\text{норм}}} = 0,2 \cdot 10^{-3} \tau^2 - 1,34 \cdot 10^{-2} \tau - 1,13, \quad (1)$$

где V_0^τ – начальная скорость пули боеприпаса с определенным сроком хранения;

$V_0^{\text{норм}}$ – начальная скорость пули нового боеприпаса в соответствии с тактико-техническими характеристиками.

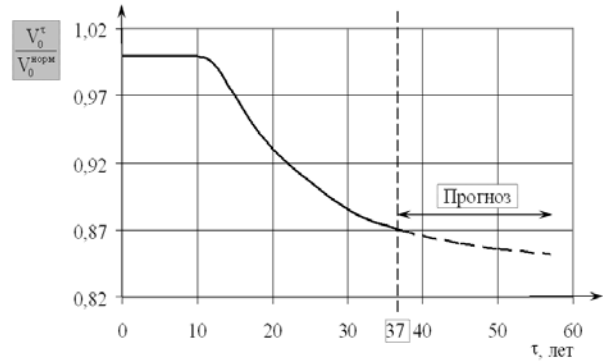


Рис. 1. Изменение относительного значения начальной скорости пули в зависимости от срока эксплуатации боеприпасов при $10 \leq \tau \leq 37$

На основе выражения (1) возможно прогнозирование изменения $\frac{V_0^\tau}{V_0^{\text{норм}}}$ на более длительный срок (пунктирная линия на графике, рис. 1).

С целью проверки достоверности прогноза проведен ряд экспериментальных исследований по проверке изменений свойств пороховых зарядов на различных этапах их хранения.

В эксперименте использовались 9 мм пистолетные патроны 1953^{го}, 1967^{го} та 1988^{го} годов изготовления, что соответствует 57^л, 43^л та 22^л годам хранения.

Проведено по 90 измерений начальной скорости пули для каждого срока хранения боеприпасов. Полученные относительные значения начальной скорости пули приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1
Средние относительные значения начальных скоростей пуль

Срок хранения, лет	Относительное значение скорости пули, м/с
22	0,91
43	0,86
57	0,84

Анализ полученных результатов показал, что прогнозная оценка и данные экспериментов расходятся и для срока хранения более 40 лет эта разница достигает 4%.

Это связано очевидно, с переходом порохов из второго этапа эксплуатации в третий [6], которые характеризуются тем, что:

– во втором периоде плотность пороха резко снижается, и допустимое минимальное значение плотности пороха может быть определено на основе минимально допустимой скорости по характеристикам внешней баллистики. На основе результатов экспериментальных исследований такой срок может быть определен в 14 – 16 лет, что соответствует плотности пороха 1,41 – 1,42 кг/дм³;

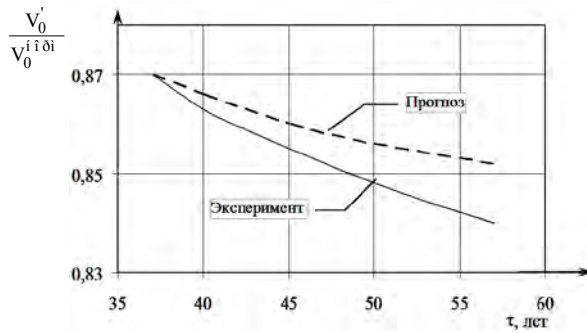


Рис. 2. Прогноз изменения относительного значения начальной скорости пули и данные эксперимента

– в третьем периоде скорость изменения плотности пороха снижается за счет истощения компонентов реакции. В этом периоде порох имеет высокие скорости горения, которые приводят к разрушению элементов ствольной системы, причем, учитывая то, что энергетическая ценность пороха, как топлива снизилась, то совершаемая им работа не обеспечивает минимально допустимую скорость пули, а в предельном случае пуля может остаться в стволе.

В связи с изменением характера зависимости

$\frac{V_0^\tau}{V_0^{\text{норм}}}$ целесообразно скорректировать зависимость (1) и соответственно расширить область определения этой функции τ до 60 лет.

С учетом коррекции функция $\frac{V_0^\tau}{V_0^{\text{норм}}}$ имеет вид:

$$\frac{V_0^\tau}{V_0^{\text{норм}}} = -\tau^3 + \tau^2 - 0,016\tau + 1,15,$$

при $10 \leq \tau \leq 60$ лет.

График этой функции представлен на рис. 3.

Выводы

В целом можно заключить, что обобщенная модель эксплуатации боеприпасов [6, 7] применима для 9 мм пистолетных патронов ПМ, для которых переход из II периода в III наблюдается в интервале срока хранения 50 – 55 лет.

ПЕРЕВІРКА ДОСТОВІРНОСТІ ПРОГНОЗУ І КОРЕКЦІЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЗМІНИ ПОЧАТКОВОЇ ШВИДКОСТІ КУЛІ 9 ММ ПІСТОЛЕТНОГО ПАТРОНУ ПМ

О.Д. Черкашин

У статті розкриваються основні проблеми, які впливають на строки зберігання боеприпасів. На підставі теоретичних і експериментальних досліджень перевірено працездатність моделі експлуатації боеприпасів для стрілецької зброї післягарантійних строків зберігання.

Ключові слова: післягарантійні терміни зберігання, модель експлуатації боеприпасів.

VERIFICATION OF AUTHENTICITY PROGNOSIS AND CORRECTION DEPENDENCE OF CHANGE INITIAL VELOCITY THE BULLET OF 9 MM PISTOL'S CARTRIDGE PM

A.D. Cherkashyn

Basic problems which influence on shelf-lives live ammunitions are opened up in article. On the basis of theoretical and experimental researches the functionality capacity of model of exploitation of ammunitions for the small arms out-of-warranty shelf-lives is tested.

Keywords: guarantee terms of storage, model of exploitation of live ammunitions.

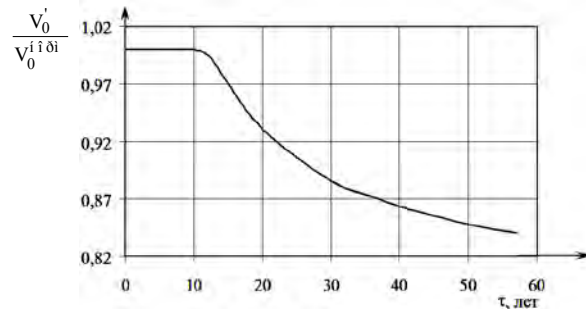


Рис. 3. Изменение относительного значения начальной скорости пули в зависимости от срока эксплуатации боеприпасов при $10 \leq \tau \leq 60$

Список литературы

1. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества / А.Г. Горст. – М.: Машиностроение, 1972. – 208 с.
2. Шагов Ю.В. Взрывчатые вещества и пороха / Ю.В. Шагов. – М.: Военное изд-во Министерства Обороны СССР, 1976. – 120 с.
3. Взрывчатые вещества и пороха / М.А. Будников, Н.А. Левкович, И.В. Быстров и др. – М.: Государственное изд-во оборонной промышленности, 1955. – 364 с.
4. Окунев Б.Н. Определение баллистических характеристик пороха и давления форсирования / Б.Н. Окунев. – М.-Л.: Гостехиздат, 1943. – 92 с.
5. 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.
6. Аніпко О.Б. Внутренняя баллистика ствольных систем при применении боеприпасов длительных сроков хранения [Текст] / О.Б. Аніпко, Ю.М. Бусяк, Д.С. Баулін, І.Ю. Бірюков. – Х.: Акад. внутрішніх військ МВС України. – 2010. – 129 с.
7. 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. Воробійов. – Х.: Акад. внутрішніх військ МВС України. 2008. – 40 с.

Поступила в редколлегию 5.10.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.Б. Аніпко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.