

УДК 623.522

Анипко О.Б., Баулин Д.С., Бирюков И.Ю.

## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ БОЕПРИПАСОВ НА БАЛЛИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Внутренняя баллистика имеет дело с порохами, применяя их в качестве источника энергии. В настоящее время известно большое количество порохов, но не все из них нашли техническое применение, так как многие не удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к ним практикой.

Все требования к порохам можно разделить на баллистические, тактико-технические, эксплуатационные и производственно-экономические.

Баллистическими требованиями к порохам предусматривается обеспечение получения при выстреле заданной начальной скорости пули при допустимом уровне и разбросе величины максимального давления и определенных параметрах отклонений начальных скоростей пуль от среднего значения.

Тактико-технические требования направлены, в основном, на повышение живучести стволов.

К эксплуатационным требованиям следует отнести следующее:

- пороховые заряды должны обладать высокой физико-химической стабильностью при хранении в различных условиях;
- конструкция патрона должна обеспечивать сохранение баллистических характеристик боеприпасов без изменения после длительного хранения [1].

Продолжительность хранения снаряженных патронов имеет исключительно большое значение для определения необходимых объемов хранения боеприпасов на базах и складах, так как с этим связаны вопросы необходимых производственных мощностей пороховых заводов и вопросы системы контроля за состоянием порохов. Одним из основных требований, определяющих пригодность порохов к практическому применению, является достаточная стойкость, то есть способность в течение продолжительного времени сохранять неизменными свои физико-химические, а, следовательно, и баллистические свойства.

Обзор работ по эксплуатации порохов показал отсутствие данных о баллистических свойствах патронов к стрелковому оружию при сроках хранения боеприпасов свыше 10 лет.

В начальный период применения нитроцеллюлозные пороха обладали небольшой стойкостью и относительно быстро разлагались при хранении. Разложение иной раз протекало настолько бурно, что заканчивалось самовоспламенением пороха [2, 3]. Известны случаи, когда самовоспламенение пороха сопровождалось человеческими жертвами. Так в 1907 г. в результате самовоспламенения пороха произошел взрыв боеприпасов на французском броненосце «Иена». Другой случай произошел также во Франции в 1911 г. На броненосце «Либерте» произошел сильный взрыв, имевший тяжелые последствия [2].

Таким образом, малостойкие пороха не только невыгодны в экономическом отношении, так как необходимо частое освежение боевого запаса, но и представляют значительную опасность.

Срок безопасного хранения пороха со стабилизатором свыше 20 лет, без стабилизатора – около 10 лет; однако срок служебной пригодности пороха может быть в

полтора-два раза меньше из-за потери им баллистических качеств вследствие неблагоприятных условий хранения [4].

При хранении пороха может уменьшаться содержание различных примесей, вследствие чего при продолжительном хранении порох может значительно отличаться по своим баллистическим свойствам, например по скорости горения.

Пироксилиновые пороха претерпевают при хранении ряд изменений – они теряют содержащийся в них летучий растворитель. При этом изменяется структура пороха. Кроме того, в порохе происходят химические превращения. Начавшееся разложение может привести к самовоспламенению пороха. Следовательно, пироксилиновый порох физически и химически нестойк. При длительном хранении порохов возможно изменение их состава во всей массе или перераспределение некоторых компонентов по слоям пороховых элементов. Перераспределение некоторых компонентов пороха, прежде всего, вызывает изменение баллистических свойств пороха.

Содержание влажности в порохе может изменяться в зависимости от условий хранения. Порох обладает свойством втягивать влагу в количестве, пропорциональном содержанию ее в окружающем воздухе. Изменение влажности пороха может заметно отражаться на изменении начальной скорости пули [2–4].

При длительном хранении порохов происходят процессы их старения, в результате чего возможно ослабление связи между нитратами целлюлозы и растворителями. Вследствие этого в пироксилиновых порохах при хранении происходит увеличение удаляемых и уменьшение неудаляемых, а возможно, при нарушении герметичности укупорки, и общее уменьшение летучих веществ, что приводит к увеличению начальных скоростей пуль и максимальных давлений пороховых газов [4].

Опираясь на теоретические и экспериментальные исследования в области эксплуатации боеприпасов различных сроков хранения [5–9] можно сделать вывод, что существующие пороха обладают лишь более-менее удовлетворительной стойкостью, в результате чего свойства порохов с течением времени изменяются.

Таким образом, изучение изменения свойств порохов и боеприпасов в зависимости от сроков их хранения представляет значительный практический интерес.

Для экспериментальных исследований по определению баллистических характеристик боеприпасов различных сроков хранения использовались:

- 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).

Целью эксперимента являлось определение начальной скорости пули и получение на основе этих данных зависимости, связывающей начальную скорость пули с длительностью хранения боеприпасов.

Стрельба осуществлялась по одному выстрелу через блокирующие устройства с измерением времени прохождения пуль отрезка пути между ними (рис. 1).

Начальная скорость пули определялась как

$$V_0 = \frac{S}{\Delta\tau},$$

где  $S$  (м) – расстояние между датчиками блокирующего устройства.

Для определения промежутка времени  $\Delta\tau$  был использован электронный хронометр “Нептун”.

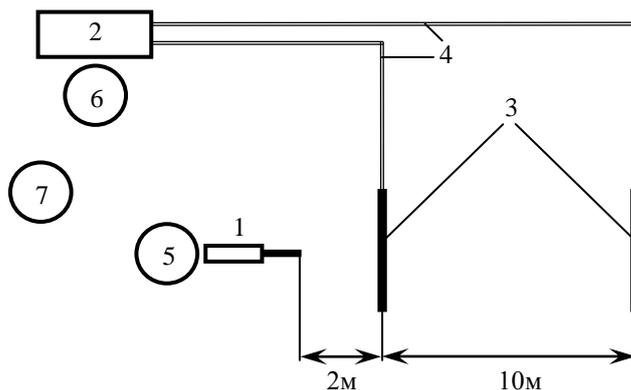


Рисунок 1 – Схема эксперимента

1 – оружие; 2 – хронометр; 3 – блокирующие устройства; 4 – соединительные провода;  
5 – стрелок; 6 – оператор на хронометре; 7 – руководитель эксперимента

В ходе эксперимента были получены значения начальных скоростей пули при разных сроках хранения пороховых зарядов различных боеприпасов.

Обработав экспериментальные данные, были построены аппроксимирующая кривая изменения относительной величины начальной скорости пули в зависимости от сроков хранения боеприпасов и границы доверительных интервалов (рис. 2).

При уменьшении начальной скорости пули на более чем 5 %, оружие считается непригодным для боевого применения. Учитывая это, спрогнозирован гарантированный временной участок по применению боеприпасов без ухудшения баллистических характеристик оружия.

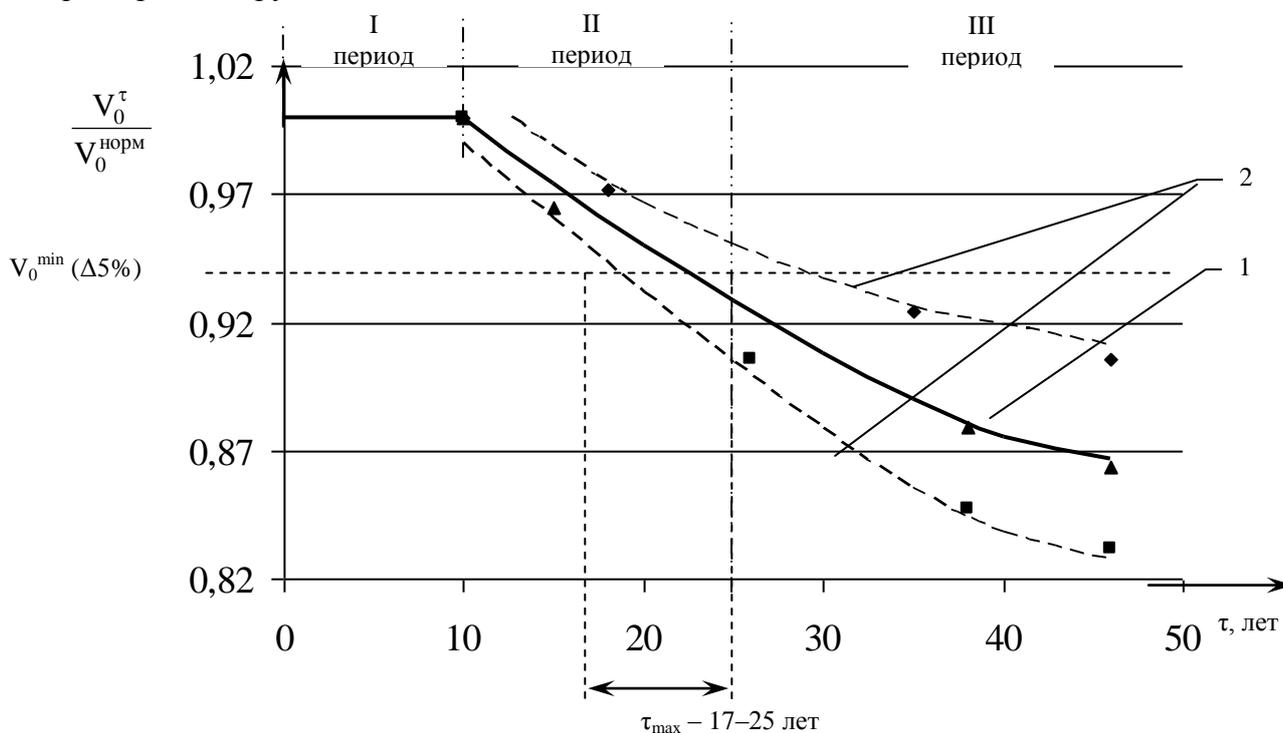


Рисунок 2 – Изменение начальной скорости пули в зависимости от длительности хранения боеприпасов

◆ – 7,62 мм винтовочные патроны; ▲ – 9 мм пистолетные патроны ПМ; ■ – 7,62 мм револьверные патроны с уменьшенным зарядом;  
1 – аппроксимирующая кривая; 2 – доверительные интервалы

Используя метод наименьших квадратов, найдено аппроксимирующее уравнение для сроков хранения боеприпасов –  $10 \leq \tau \leq 46$  лет.

$$V_0(\tau) = 0,6 \cdot 10^{-4} \tau^2 - 0,69 \cdot 10^{-3} \tau + 1,06$$

На рис. 2. представлена модель эксплуатации боеприпасов:

I период – до 10 лет – гарантийный срок эксплуатации, в пределах которого баллистические характеристики являются стабильными;

II период – 10–25 лет – период изменения свойств в допустимых пределах;

III период – свыше 26 лет – период деградации пороховых зарядов, в течение которого заряд подлежит регенерации, либо боеприпас в целом должен быть утилизирован.

Использование данной модели, прогнозирующей изменение начальной скорости пули от длительности хранения боеприпасов, создает предпосылки для перехода эксплуатации стрелкового оружия по состоянию, без разработки и применения диагностической аппаратуры, при использовании в качестве диагностического параметра начальную скорость пули.

Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования баллистических свойств порохов и боеприпасов в зависимости от длительности их хранения, а также для выработки рекомендаций относительно возможности применения боеприпасов различных сроков хранения для выполнения служебно-боевых задач, боевой подготовки или для других целей.

#### Литература

1. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. – М.: Машиностроение, 1972. – 208с.
2. Шагов Ю.В. Взрывчатые вещества и пороха. – М.: Военное издательство Министерства Обороны СССР, 1976. – 120 с.
3. Благоднаров А.А. Основания проектирования автоматического оружия.– М.: Оборонгиз, 1940. – 487 с.
4. Будников М.А., Левкович Н.А., Быстров И.В., Сиротинский В.Ф., Шехтер Б.И. Взрывчатые вещества и пороха. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1955. – 364 с.
5. Баулін Д.С. Експериментальне дослідження впливу конструктивних характеристик боеприпасів на початкову швидкість куль // Збірник наукових праць «НАДПС України ім. Б.Хмельницького». – 2004. – №31. Частина II. С. 5–7.
6. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. Методы термодинамики, тепло - и массопереноса для решения обратной задачи внутренней баллистики // Интегровані технології та енергозбереження. – Х. 2005. – №2. С. 63–68.
7. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю., Баулин Д.С. Модель массопереноса при хранении пороховых зарядов с учетом изменения температуры окружающей среды // Збірник наукових праць ХУПС. – 2006. – 2 (8). – С. 50–54.
8. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. Зависимость начальной скорости снаряда от максимального давления в канале ствола при выстреле зарядами длительного срока хранения // Интегровані технології та енергозбереження. – 2006. – №1. – С. 83–86.
9. Бирюков И.Ю. Пороховые заряды длительных сроков хранения: проблемы, задачи и пути их решения // Интегровані технології та енергозбереження. – 2006. – №2. – С. 50–55.

УДК 623.522

Аніпко О.Б., Баулін Д.С., Бірюков І.Ю.

#### **ВПЛИВ ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ НА БАЛІСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ**

У статті проаналізовано вплив тривалості зберігання боеприпасів на зміну балістичних характеристик стрілецької зброї. Запропоновано модель експлуатації порохових зарядів в залежності від тривалості зберігання боеприпасів.