

УДК 623.452.662.1/4

Анипко О.Б., Биленко А.И., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М., Лебедев В.А.,  
Магерамов Л.К., Мельник С.А., Переход А.Н., Чернов Ю.К., Якименко О.Н.

**ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ПОРОХОВ  
ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИХ ХРАНЕНИИ**  
*(по материалам открытых публикаций)*

**Введение.** Одним из основных требований, предъявляемых к порохам, является физическая и химическая стойкость (стабильность), т.е. способность сохранять свои свойства при длительном хранении в различных условиях. К таким свойствам относят химическую, механическую и физико-химическую устойчивость.

По своему химическому составу пироксилиновые высокоазотистые пороха представляют собой неустойчивые химические системы, поэтому и при так называемых нормальных (а точнее нормированных) условиях хранения они разлагаются. Таким образом, речь может идти о большей или меньшей скорости разложения.

Следует отметить, что сами продукты разложения, главным образом окислы азота ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$  и др.) являются автокатализаторами процесса.

Для снижения скорости разложения применяют стабилизаторы – вещества, замедляющие химическое разложение пороха. Они увеличивают срок боевого использования пороха. Стабилизаторы химически связывают выделяющиеся из пороха при хранении окислы азота, чем замедляют процесс разложения.

Однако стабилизаторы не задерживают и не предотвращают распад молекул пороха.

Для стабилизации пироксилиновых порохов до настоящего времени применяют дифениламин, который считают лучшим.

**Актуальность проблемы.** При длительном хранении порохов происходят процессы их старения, в результате чего возможно ослабление связи между нитратами целлюлозы и растворителями. Поэтому в пироксилиновых порохах при хранении происходит увеличение удаляемых и уменьшение неудаляемых летучих компонентов, что справедливо для абсолютно герметичного хранения. Однако при негерметичности происходит общее уменьшение летучих компонентов, что в конечном итоге приводит к изменению начальных скоростей снарядов и максимальных давлений пороховых газов [1, 3].

**Анализ последних достижений.** По данным испытательной комиссии Охтинских пороховых заводов (ИКОПЗ) изменения баллистических свойств пороха описываются зависимостями

$$\frac{\Delta P_m}{P_m} = -0.15\Delta H,$$

$$\frac{\Delta V_0}{V_0} = -0.04\Delta H,$$

где  $P_m$  – максимальное давление пороховых газов;  $\Delta P_m$  – изменение максимального давления пороховых газов;  $V_0$  – начальная скорость снаряда;  $\Delta V_0$  – изменение начальной скорости снаряда;  $\Delta H$  – изменение содержания летучих компонентов.

Установлено [2], что повышение температуры на  $5^\circ$  ускоряет процесс разложения в 1,5-2 раза. Существенно вредна повышенная влажность воздуха. В общем случае, продолжительность хранения пороха ( $\tau$ ) от температуры описывается зависимостью

$$\tau = ak^{-t},$$

где  $t$  – температура хранения [3];  $a$  – эмпирический коэффициент;  $k$  – кинематическая константа.

Таким образом, с повышением температуры длительность хранения сокращается.

В различных источниках указываются, в общем, сходные продолжительности хранения порохов со стабилизаторами в пределах от 20 лет до максимум 35 лет, в зависимости от исходного состава и условий хранения.

В доступных источниках отсутствует информация даже об оценках состояния порохов при их хранении свыше 10 лет. Описанные методики прогноза основаны на средней поясной температуре места хранения, что не может давать удовлетворительных результатов.

Во всех источниках отмечается отсутствие данных о состоянии порохов при длительном хранении (свыше 5-10 лет).

**Цель работы.** В связи с изложенным, целью экспериментальной оценки состояния порохов заряда является установление пригодности зарядов для стрельбы на основе измерений физических характеристик, химической активности и распознавания внешних признаков разложения.

Объем исследований для достижения такой цели может быть следующим: внешний осмотр порохов контрольного заряда из партии зарядов, с контрольным фотографированием; измерение размеров пороховых элементов; массы каждого из трубчатого и семиканального порохов, составляющих заряд, проба синим лакмусом в гильзе и синим и универсальным лакмусом в пенале [1, 3]. На основе этих данных представляется возможность вычисления: плотности пороха и массовой доли элементов пороха с явными признаками разложения.

Признаками химического разложения пороха являются: появление желтых пятен и белесоватости на поверхности пороховых элементов [1]. Если порох в качестве стабилизатора содержит дифениламин, то при разложении он меняет свою окраску в следующей последовательности: коричневый, зеленоватый, почти черный. Признаками разложения являются: появление на поверхности расплывающихся желтоватых пятен, вздутий и трещин [2].

Плотность пороха колеблется в пределах 1,54-1,64 г/см<sup>3</sup>. Она является исключительно важной характеристикой, влияющей на характер и скорость горения. Для пироксилиновых порохов плотность существенно зависит от содержания летучих компонентов. Киснемским Г.П. установлено соотношение плотности и состава летучих компонентов [3]

$$\rho = 1.654 - 0.0124 H\%,$$

где  $H$  – содержание летучих компонентов.

**Выводы.** Для подтверждения степени разложения целесообразно оценить начальную скорость снаряда при стрельбе этими выстрелами и  $P_{max}$ ; а также уточнить плотность порохов и состав летучих компонентов при изготовлении заряда.

В качестве возможной методики дефектации зарядов может рассматриваться взвешивание.

#### Литература

1. Будников М.А. и др. Взрывчатые вещества и пороха. Гос. изд. оборонной пром.– М.–1955 г.
2. Шагов Ю.В. Взрывчатые вещества и пороха. Воениздат.– М.–1976.
3. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества.– М.– Машиностроение.– 1972.

УДК 623.452.662.1/4

Аніпко О.Б., Біленко О.І., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М., Лебедєв В.А.,  
Магерамов Л.К., Мельник С.О., Переход О.М., Чернов Ю.К., Якименко О.М.

#### **ОГЛЯД МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ВЛАСТИВОСТІ ПОРОХУ ПРИ ТРИВАЛОМУ ЗБЕРЕЖЕННІ (за матеріалами відкритих публікацій)**

У статті пропонується огляд методів прогнозування зміни властивості пороху при тривалому збереженні