

УДК 629.7.083

**ДОВЖУК Д.В.**, начальник науково-дослідної лабораторії, кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник

**ШАТРОВ А.М.**, провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник

**ІЛЬІНА О.В.**, науковий співробітник

## **МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІРОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ**

*Статтю присвячено питанню продовження призначених ресурсних показників (строку служби, строку зберігання) піротехнічних засобам та сумішам в умовах відсутності авторського супроводження.*

*Ключові слова:* піротехнічні засоби, продовження призначених ресурсних показників, фізико-хімічні дослідження матеріалів.

На теперішній час на озброєнні та зберіганні Повітряних Сил Збройних Сил України знаходиться велика кількість різних за номенклатурою та технічним станом піротехнічних засобів (ПЗ), які застосовуються в різних системах та виробках військової авіаційної техніки (ВАТ). У залежності від призначення, ПЗ споряджаються відповідними піротехнічними сумішами, які прийнято називати матеріалами спеціальної хімії (СХ).

При довгостроковому зберіганні ПЗ у них змінюються експлуатаційні властивості та відбуваються фізико-хімічні зміни матеріалів СХ, що призводить до накопичення продуктів їх розкладу та викликає взаємодію з лакофарбовим покриттям і конструкційними матеріалами. Зміна характеристик і технічного стану ПЗ може призвести до неможливості виконання заданих функцій за призначенням, а в деяких випадках вони стають небезпечними при зберіганні та транспортуванні [1]. Глибина перетворення залежить як від умов і часу зберігання, так і від конструктивних особливостей. Навіть незначні відхилення технології виробництва, підвищення вмісту домішок кислот і лугів (навіть на десяту відсотка), можуть суттєво змінювати характеристики споряджених ПЗ, підвищуючи вибухопожежонебезпечність при довгостроковому зберіганні [2, 3].

За своєю природою матеріали СХ є відносно малостійкими хімічними сполуками, які при довгому зберіганні поступово розкладаються, але з різною швидкістю. При цьому у них змінюється чутливість і хімічна стійкість. Ці характеристики визначаються тільки експериментально за допомогою спеціального обладнання.

Таким чином, у кожному окремому випадку слід встановити характер змін в сумішах, якими споряджені ПЗ, та вплив різних чинників на швидкість процесів розпаду. У результаті досліджень визначаються необхідні умови та допустимі терміни зберігання конкретних видів ПЗ.

На теперішній час дослідження та роботи щодо визначення можливості продовження призначених ресурсних показників (строку служби, строку зберігання) ПЗ є надзвичайно актуальними. Однак проведення вказаних робіт ускладнено відсутністю в Україні нормативної і конструкторської документації (НД, КД) на них, отже невідома марка і рецептурний склад компонентів матеріалів СХ та допустимі межі їх відхилення. Також відсутня інформація про умови зберігання і поточні перевірки деяких типів ПЗ.

При цьому важливо зазначити, що на теперішній час теорію довготривалого зберігання ПЗ не розроблено у достатній мірі, тобто не встановлено кількісного зв'язку між їх хімічною стійкістю та термінами зберігання. У зв'язку з цим, на практиці строки зберігання встановлюються емпіричним шляхом за результатами контрольних випробувань, в процесі яких визначаються відповідність параметрів еталонним значенням та можливість подальшої експлуатації.

Одним із основних шляхів вирішення цієї проблеми є проведення лабораторних досліджень та випробувань з метою визначення значень параметрів, що забезпечують оцінку технічного стану ПЗ, основними з яких є:

1. Відповідність матеріалів СХ вимогам НД, КД до та після штучного старіння на визначений термін.

2. Відповідність ПЗ на вплив механічних та кліматичних факторів, а саме: стійкість і безпечність при транспортуванні (оцінюється міцність конструкції); стійкість конструкції і безпечність при випадковому падінні під час збереження та експлуатації;

безвідмовність та надійність спрацьовування ПЗ після впливу підвищення та зниження температур, надлишкової вологості, зниженого тиску, яким піддаються виробу за термін експлуатації.

Однією з основних вимог, які пред'являються до ПЗ, є забезпечення їх фізико-хімічної стабільності при тривалому зберіганні в різних умовах (опалювальних і неопалювальних складських приміщеннях, польових умовах). Це досягається за рахунок хімічної стійкості і фізичної стабільності конструктивних елементів та матеріалів СХ піротехнічних засобів, їх сумісності при контакті, механічній міцності елементів, надійній герметизації, вибору необхідних кліматичних, експлуатаційних та інших умов зберігання [4].

Під стабільністю слід розуміти здатність матеріалів протягом тривалого часу в умовах зберігання або бойового застосування зберігати свої фізико-хімічні властивості, а, отже, тактико-технічні показники. У матеріалах СХ в процесі тривалого зберігання протікають хімічні процеси взаємодії з продуктами розкладання, що утворюються в герметичному об'ємі виробів. Якщо ці хімічні процеси занадто глибокі, то може виникнути порушення механічної міцності і структури запресованих речовин.

У цьому аспекті, основними вимогами, які пред'являються до продуктів спеціальної хімії, відносять їх фізико-хімічну стійкість – здатність зберігати незмінними свої фізико-хімічні і балістичні властивості протягом тривалого часу.

Фізична стійкість продуктів спеціальної хімії – це властивість зберігати незмінними свої фізичні властивості, не змінювати свою первинну структуру за рахунок виділення рідких, кристалічних або газоподібних продуктів розкладання та

під дією вологи повітря.

Хімічна стійкість матеріалів СХ – це здатність при зберіганні і застосуванні не зазнавати різного роду хімічних перетворень, які можуть привести до їх самозаймання. Це досягається за рахунок введення у порохи стабілізаторів (дифениламіну та централітів №1 і №2) [1].

Про ступінь хімічної стійкості судять по зовнішньому вигляду ПЗ та зміні його маси, вмісту компонентів і продуктів розкладання у складі, за ступенем зміни дії і властивостей матеріалів тощо.

Хімічна стійкість визначається після витримки виробу при підвищених температурах, після чого перевіряється один з основних показників хімічної стійкості – визначення кількості основного продукту, що утворився при розкладанні матеріалів СХ. Хімічна стійкість також залежить від здатності компонентів безпосередньо взаємодіяти між собою і продуктами розкладання.

Фізична стійкість матеріалів СХ характеризує стабільність структури, суцільність і механічні властивості зарядів при тривалому зберіганні.

Фізична стабільність в межах робочих температур залежить від летючості, температури полімеризації, вмісту рідкої фази, коефіцієнтів об'ємного розширення, хімічних процесів, що протікають, і властивостей продуктів, що утворюються при цьому (газоподібні продукти, речовини, що взаємодіють з компонентами матеріалів СХ).

Проведений аналіз всіх властивостей матеріалів СХ дозволяє зробити висновок, що в основі прогнозування зміни технічного стану ПЗ лежить експериментальна оцінка фізико-хімічної стабільності матеріалів СХ в процесі їх тривалого зберігання.

Аналіз результатів досліджень порохів та піротехнічних складів після їх тривалого зберігання показали, що навіть в найстійкіших композиціях при хорошій герметизації виробів відбуваються деякі хімічні мікропроцеси, але вони, як правило, не погіршують ефективності виробів і їх технічних характеристик. Для більшості ПЗ основним процесом, що визначає фізико-хімічну стабільність, є взаємодія металу з вологою. При цьому перхлоратні склади мають меншу чутливість до механічних впливів, ніж хлоратні.

Отже, для оцінювання технічного стану ПЗ та прийняття рішення щодо продовження їх призначених показників (терміну експлуатації, терміну зберігання) розроблено схему досліджень, що зображено на рисунку 1.

Для реалізації даної схеми у загальному випадку необхідно:

визначити марки матеріалів СХ, орієнтуючись на маркування виробів, їх зовнішній вигляд, довідкові літературні дані, за якими вибрати методи фізико-хімічних досліджень матеріалів СХ;

провести якісний і кількісний аналіз матеріалів СХ згідно наявної НД;

розробити алгоритм досліджень та розбирання виробів;

провести стендові випробування.

Таким чином, для продовження установлених призначених ресурсних показників (строку служби, строку зберігання) виробів, що містять матеріали СХ, рекомендується проводити їх комплексну оцінку за результатами технічного огляду,



Рис. 1. Схема досліджень піротехнічних засобів

аналізу умов експлуатації, аналізу основних фізико-хімічних характеристик, перевірки характеристик небезпечності шляхом експлуатаційних випробувань, прискорених кліматичних випробувань та перевірки характеристик працездатності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Будников М.А. и др. Взрывчатые вещества и пороха. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1955. – 363с.
2. Шидловский А.А. Основы пиротехники. – М.: «Машиностроение», 1973. – 360с.
3. Горовой В.Р. Производство пиротехнических составов и средств. – М.: «Машиностроение», 1982. – 267с.
4. Никитина А.С. Физико-химические процессы, протекающие при длительном хранении пиротехнических изделий / А.С. Никитина, Е.С. Шахиджанов, Н.И Семенкина // – М.: ЦНИИИТИ, 1987, вып. 3. – С. 95 – 102.