

Є.С. Крижанівський¹, В.П. Перегончук¹, Д.С. Печура², А.О. Нікітченко³

¹Державне підприємство “Державне Київське конструкторське бюро “ЛУЧ”, Київ

²Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ

³Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

МЕТОДИКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕНЬ БОЙОВИХ ЧАСТИН ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ

У статті наведено методичні та технологічні підходи щодо дослідження працездатності та підтвердження основних характеристик бойових частин засобів ураження різного призначення, запропоновано окремі процедури визначення та підтвердження їх основних тактико-технічних характеристик. Наведено перелік основної апаратури для проведення фізико-хімічних досліджень матеріалів вибухових речовин, методико-технологічні основи та особливості досліджень бойових частин осколкової, фугасної і кумулятивної дії.

Ключові слова: бойова частина; засоби ураження; кумулятивність; матеріали спецхімії; осколковість; складова частина; фугасність.

Вступ

Постановка проблеми. Сучасні засоби ураження (ЗУ) є одним із важливих та специфічних видів військової техніки, що значною мірою визначають бойовий потенціал Збройних Сил України, а контроль та прогнозування змін їх технічного стану – важливою складовою забезпечення справності і спроможності виконання завдань за призначенням. Важливими особливостями ЗУ є відносна самостійність (відокремленість від пускової платформи) та можливість лише одноразового застосування за призначенням, а їх широка номенклатура характеризується різноманітністю побудови, принципів дії, тактико-технічними характеристиками та параметрами, що визначають їх технічний стан. Перевірка якісного стану більшості із них виконується поза зв'язком з пусковою платформою (бортовим обладнанням літального апарату, пускової установки тощо). Крім того, всі вони є об'єктами підвищеної небезпеки, що обумовлено наявністю в їх конструкції матеріалів спецхімії (вибухових речовини і складів, піротехнічних сумішей, балістичних, піроксилінових, лакових та димних порохів тощо) різноманітного призначення [1].

Під технічним станом ЗУ та їх складових частин (СЧ) будемо розуміти сукупність їх властивостей, які зазнають змін в процесі експлуатації та характеризуються в певний момент часу визначальними параметрами (ознаками), визначеними технічною документацією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За своєю природою матеріали спецхімії є відносно малостійкими хімічними сполуками, які з часом

поступово розкладаються, але з різною швидкістю. В процесі цих перетворень змінюються хімічна стійкість і чутливість до ударів, можуть зменшуватися показники якості. Глибина цих перетворень залежить як від умов і тривалості зберігання, так й особливостей технології виробництва і конструкції СЧ ЗУ, що містять у своїй конструкції матеріали спецхімії. При цьому, навіть незначні відхилення технології виробництва щодо вмісту домішок кислот чи лугів (навіть на десяту відсотка), можуть суттєво змінювати характеристики спорядження таких СЧ та підвищувати їх вибухопожежонебезпечність при довготривалому зберіганні [2–4]. Це обумовлює необхідність дослідження не лише стану матеріалів спецхімії, а й вплив різноманітних чинників на процеси механічних та фізико-хімічних змін (відсутність тріщин та розшарувань, наявність та питома кількість продуктів розкладу, їх взаємодія з лакофарбовим покриттям й конструкційними матеріалами СЧ ЗУ тощо) [5–6].

Враховуючи, що на сьогодні теорію довготривалого зберігання виробів, які містять матеріали спецхімії, у достатній мірі не розроблено, тобто не встановлено кількісного зв'язку між їх хімічною стійкістю та строками зберігання, для оцінювання їх технічного стану необхідно проводити відповідні лабораторно-експериментальні дослідження. При цьому особливо ретельно досліджуються такі СЧ, що мають найбільший вплив на безпеку експлуатації, зокрема БЧ, ракетні двигуни твердого палива (РДТП) тощо. Зазначимо, що для кожного типу ЗУ перелік таких СЧ є індивідуальним [7–8].

Отже, розробка і впровадження методико-технологічних основ досліджень БЧ ЗУ при

організації та проведенні досліджень їх технічного стану є **актуальним науково-технічним завданням**.

Метою статті є представлення результатів організації досліджень БЧ осколкової, фугасної і кумулятивної дії та методико-технологічні основи оцінювання їх технічного стану.

Виклад основного матеріалу

Для проведення досліджень і випробувань матеріалів спецхімії, що входить у конструкцію таких СЧ, необхідно провести відбір проб заданої форми і маси. Для цього застосовується методика дистанційного відбору, яку побудовано з урахуванням можливостей спеціального комплексу технологічного обладнання, основою якого є електромеханічна свердлильна установка горизонтального типу (рис.1). Відбір проб здійснюється бронзовою фрезою. До комплексу обладнання також входять спеціальний інструмент для знімання запобіжно-виконавчого механізмів, кришок БЧ, піропатронів і соплових блоків з РДТП [6].



Рис.1. Відбір проб матеріалів спецхімії з бойової частини авіаційної керованої ракети

Для відбору проби, СЧ ЗУ закріплюється на стенді з ложементами. Бронзова фреза пристрою підводиться оператором на відстань 1...2 мм до торця заряду, під яким розміщується лоток із кольорового металу. Після вмикання установки, фреза, обертаючись, здійснює зворотно-поступальні рухи, перетворюючи матеріал заряду у порошкоподібний стан. Відібраний матеріал спецхімії наливається у суху тару з темного скла, щільно закривається та направляється до місця проведення фізико-хімічних досліджень. Процес відбору проб матеріалів спецхімії з БЧ авіаційної керованої ракети показано на рис.1.

Всі операції виконуються дистанційно у броньованій камері.

Методика оцінювання фізико-хімічного стану матеріалів спецхімії передбачає визначення:

- температури загоряння та кількості енергії, що виділяється при горінні;
- масових часток води, летучих речовин та

компонентів (алюмінію, перхлорату амонію, централіту, магнію тощо);

- хімічної стійкості та кислотності тощо.

За результатами фізико-хімічного аналізу таких СЧ також оцінюється фізичний стан зарядів (відсутність розшарування матеріалів спецхімії, витікання рідин, порушення бронепокриття) та визначається їх хімічний склад щодо відсутності води, зміни вмісту летучих речовин та компонентів тощо [1].

Для проведення фізико-хімічних досліджень матеріалів спецхімії використовується [1; 9–10]:

- вимірально-обчислювальний комплекс “Вулкан”, який призначено для визначення хімічної стійкості ВР;

- газові хроматографи, які призначено для проведення спектрального аналізу та визначення хімічних речовин по продуктах згоряння;

- бомбовий калорифер, який призначено для визначення параметрів калориметричної системи з відомим енергетичним еквівалентом при спалюванні певної кількості матеріалу спецхімії.

Стійкість матеріалів спецхімії до ударів визначається на спеціальній випробувальній установці (рис.2).



Рис.2. Випробувальна установка для визначення стійкості матеріалів спецхімії

При проведенні досліджень і випробувань також перевіряються:

- безпечність транспортування на визначену відстань;

- безпечність при випадковому падінні та стійкість на прострелі;

- безвідмовність та надійність спрацювання після впливу високих та низьких температур, підвищеної вологості, зниженого тиску тощо;

- відповідність параметрів матеріалів спецхімії вимогам нормативно-технічної документації до та

після проведення їх штучного старіння.

Враховуючи, що у складі ЗУ використовуються фугасні, осколкові, фугасно-осколкові, стержневі та кумулятивні БЧ, їх випробування проводяться з урахуванням особливостей дії факторів ураження. Для підриву БЧ застосовують спеціальну збірну конструкцію (спецзбірку), яка виготовляється на основі запобіжно-виконавчого механізму, знятого з ЗУ того ж типу. Відповідно до типу БЧ створюється мішенна обстановка.

Для осколкових, фугасно-осколкових та стержневих БЧ мішені виготовляються у вигляді щитів з металевими листами, які розташовуються по колу (рис.3). Розміри визначаються технічними характеристиками БЧ. У центрі на спеціальній підставці розміщується БЧ разом із спецзбіркою, яку підключають до підривної машинки.



Рис.3. БЧ у мішенній обстановці перед підривом

Після підриву БЧ на щитах мішені залишаються сліди ураження, за кількістю, розмірами і орієнтацією яких визначають основний показник ефективності досліджуваних БЧ цього типу – осколковість, який розраховується як відношення кількості корисних осколків на 1 кг розривного заряду. На рис.4 показано результати ураження мішені стержневою БЧ ракети класу “повітря-повітря”.



Рис.4. Результати ураження осколками БЧ фрагментів мішені

Для випробувань БЧ кумулятивної дії у якості мішені використовують броньові листи. Їх товщина обирається з урахуванням заявленої або очікуваної глибини бронепробиття [12]. При цьому досліджувану БЧ закріплюють таким чином, щоб поверхня броні знаходилася у кумулятивному фокусі заряду. Для отримання адекватного результату відстань між бронелистом і поверхнею ґрунту повинна складати не менш 20 см (рис.5).



Рис.5. БЧ кумулятивної дії перед підривом

Ефективність дії кумулятивних БЧ визначається товщиною пропаленого бронелиста кумулятивним струменем та середніми діаметрами вхідного і вихідного отворів пропалу, які повинні відповідати паспортним або розрахунковим даним [12].

Після підриву БЧ оцінюються:

- кумулятивність дії – глибина пробиття бронеплити та діаметри отворів від дії кумулятивного струменя (зазвичай не менш 30 мм та 10 мм для вхідного та вихідного відповідно);
- повнота детонації заряду (відсутність залишків вибухових речовин після підриву).

Результати дії кумулятивних БЧ на бронеплиту показано на рис.6.



Рис.6. Результати підриву кумулятивних БЧ

Однією із основних характеристик БЧ є фугасність, яка характеризує її потужність та визначає потенційну можливість виконувати деяку роботу.

Характеризується розширенням продуктів детонації до відносно невеликих тисків та формуванням ударної хвилі у навколишньому середовищі.

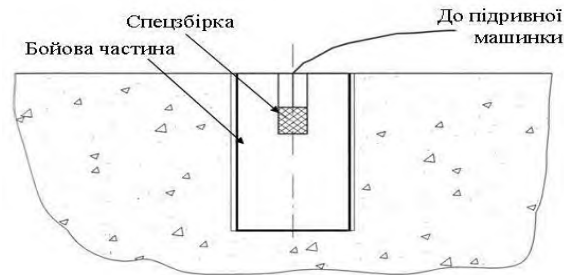


Рис.7. Схема установки бойової частини в ґрунті для перевірки на фугасність

Для порівняльної оцінки фугасності однотипних БЧ різних років виготовлення, у тому числі й після їх штучного старіння, застосовується технологія підриву у ґрунті, тобто оцінка працездатності оцінюється по вирві, що створюється після вибуху. Після вибуху БЧ, що розташована на деякій глибині, утворюється вирва конічної форми радіусом R і глибиною h [12]. Як показали результати багатьох експериментів, об'єм вибухової вирви пропорційний працездатності заряду БЧ [2]. На цьому принципі і побудовано метод оцінки відносної працездатності вибухової речовини, що входить у склад БЧ. У якості міри відносної фугасності часто використовується величина тротилового еквівалента, яка визначається розрахунковим або експериментальним шляхом.

Для випробувань БЧ фугасної дії її розташовують у попередньо заготовлені шурфи таким чином, щоб її верхня частина була на рівні ґрунту, який потім ретельно утрамбовують. Схему установки БЧ в ґрунті для перевірки її на фугасність показано на рис.7. Основними елементами спецзбірки є електродетонатор детонатор і заряд, що ініціює досліджувану БЧ.

Для визначення фугасності (працездатності) ВР застосовують методи, що ґрунтуються на вимірюванні об'єму (кількості) продуктів згоряння визначеної

кількості ВР із подальшим порівнянням з еталонними значеннями [2].

Фугасність БЧ оцінюють об'єм викинутого вибухом ґрунту (V) за емпіричною формулою [2]

$$V = 1,05 \cdot h^3,$$

де h – глибина вирви.

Після підриву також оцінюється повнота детонації – візуально, по залишках вибухової речовини або їх відсутності.

Висновки

Реалізація основних положень методико-технологічні основи досліджень БЧ ЗУ дозволила приймати обґрунтовані рішення як щодо можливості і доцільності подальшої їх експлуатації, так і необхідності введення ряду обмежень, у тому числі й вилучення з експлуатації. Для забракованих БЧ було розроблено технологічний процес заміни на справні, що дозволило суттєво підняти рівень справності типу ЗУ у цілому.

При узагальненні результатів досліджень і випробувань також доцільно застосовувати методичні рекомендації щодо визначення приведенного віку БЧ, яка оцінює вплив умов експлуатації на їх технічний стан [11].

Список літератури

1. Креденцер Б. П., Ланецкий Б. Н., Лапицкий С. В., Любарец А. А., Одноралов И. В., Шатров А. Н., Шишанов М. А. Основы военно-технических исследований. Синтез системы поддержания исправности средств поражения. Теория и приложения: монография в 11 т. Т.11/ под ред. О. П. Коростелева. Киев: Видавничий дім Дмитра Бураго, 2019. С. 332.
2. Горст Г. А. Пороха и взрывчатые вещества. м.: Машиностроение. 1972. С. 206.
3. Буллер М. Ф., Белова Л. А., Щербань В. В. Изменение теплоты сгорания порохов и топлив при длительном хранении. *Механіка та машинобудування*. Кременчук: 2006, № 2, С. 42–47.
4. Storage of Ordnance, Munitions and Explosives (OME) In Support of Operations, Chapter 11, Ministry of Defence explosives regulations for the safe storage and processing of ordnance, munitions and explosives (OME), MOD. explosives regulations (JSP 482, Edition 4) and Joint Service Publication, UK, 2013. С. 423.
5. Vogelsanger, Bruno Ossola, Ulrich Schldeli, Dominik Antenen and Kurt Ryf: Ballistic shelf life of propellants for medium and small calibre ammunition–influence of deterrent diffusion and nitrocellulose degradation. 19th International Symposium of Ballistics, Interlaken, Switzerland, 7 – 11 May 2001. С. 323.
6. Щербань В. В. Проблемы и опыт организации исследований и выполнения работ по продлению сроков службы (хранения) авиационных средств поражения. Матеріали конференції "Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки". Київ: НАУ, 2011. С. 111–112.
7. Ланецкий Б. М., Лук'ячук В. В., Лісовенко В. В., Тербуха І. М. Особливості військово-наукового та науково-технічного супроводження робіт з продовження призначених показників зенітних керованих ракет та напрямки удосконалення нормативного та науково-методичного забезпечення цих робіт. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2017. № 3(28). С. 48–54. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.28.06>.

8. Любарець А. А., Шатров А. М., Шишанов М. О., Павловський І. В. Методологічні основи обґрунтування структури системи підтримання справності засобів ураження, за якими не здійснюється авторський нагляд. *Озброєння та військова техніка*. 2018. № 1(17). С. 72–76.

9. Буллер М. Ф. Производство и исследование пироксилиновых порохов. Хроматографические методы контроля. *Хімічна промисловість України*. 2011. № 2. С. 48–51.

10. Буллер М. Ф. Оценка методов определения химической стойкости порохов и взрывчатых веществ. *Вісник НТУУ “КПІ”. Сер. “Гірництво”*. 2000. Вип. 4. С. 55–59.

11. Сторожук С. М., Перегончук В. П., Дроль О. Ю., Бабарига А. С. Методичний підхід щодо визначення приведеного віку засобів ураження як показника оцінки їх технічного стану. *Збірник наукових праць ДНДІА*. Вип. 18(25). Київ: ДНДІА, 2022. С. 104–109. <https://doi.org/10.54858/dndia.2022-18-16>.

12. Акуліна І. П., Городкова Б. Є., Резниченко Л. В., Кулешова А. І., Д’якова Г. В. Руководство по боевому применению авиационных средств поражения наземных (морских) объектов. *Авиационные неуправляемые средства поражения*. Военное издательство, 1984. № 1. С. 392.

Надійшла до редколегії 22.02.2023

Схвалена до друку 27.06.2023

Відомості про авторів:

Крижанівський Євген Сергійович

кандидат технічних наук начальник сектору
Державного підприємства “ДержККБ “ЛУЧ”,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5868-3471>

Перегончук Владислав Петрович

магістр начальник сектору
Державного підприємства “ДержККБ “ЛУЧ”,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3369-198X>

Печура Дмитро Сергійович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
начальник науково-організаційного відділу
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<http://orcid.org/0000-0002-5703-4039>

Нікітченко Анна Олександрівна

магістр молодший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<http://orcid.org/0000-0001-9387-5639>

Information about the authors:

Yevhen Kryzhanivskyi

PhD in Engineering Head of the Sector
of State Enterprise “SKDB “LUCH”,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5868-3471>

Vladyslav Perehonchuk

Master Head of the Sector
of State Enterprise “SKDB “LUCH”,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3369-198X>

Dmytro Pechura

PhD in Engineering
Senior Researcher
Head of the Scientific and Organizational Department
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<http://orcid.org/0000-0002-5703-4039>

Anna Nikitchenko

Master Junior Research
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<http://orcid.org/0000-0001-9387-5639>

METHODOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL RESEARCH BASICS OF COMBAT PARTS OF MEANS OF DEFEAT

Ye. Kryzhanivskyi, V. Perehonchuk, D. Pechura, A. Nikitchenko

Modern combat weapons are one of the important and specific types of military equipment that largely determine the combat potential of the Armed Forces, and control and forecasting of their technical condition is an important component of ensuring serviceability. By the technical condition, we mean the totality of their properties, that change during operation and are characterized at a certain point in time by the defining parameters (signs) defined by the technical documentation. Given that the quantitative relationship between the chemical resistance of explosives and the terms of operation has not been established to date, it is necessary to conduct appropriate laboratory and experimental studies to assess their technical condition.

The article provides the methodical and technological bases of remote sampling of explosive substances of a given shape and mass, which are used to determine: the ignition temperature and the amount of energy released; mass fractions of moisture, volatile substances and components; chemical stability, acidity, etc. As an example, the process of sampling from the warhead of a guided missile is shown.

The study of combat units is carried out taking into account the features of the design and the action of the damage factors. High-explosive, fragmentation and cumulative targets have been developed for this purpose. Explosiveness, fragmentation (the number of useful fragments per 1 kg of charge) and cumulateness (penetration depth) are used as the main parameters that determine their technical condition. The article provides examples of tests of various combat units and the results of the effects of factors affecting the target.

The implementation of the main provisions of the methodical and technological foundations of the research of combat units made it possible to make informed decisions about the possibility, expediency and features of their further exploitation.

Keywords: warhead; means of destruction; cumulative effect; special chemical materials; fragmentation; constituent part; explosiveness.