

*Candidate of Military Science,  
Senior Researcher, Associate Professor,  
Department of Military Training, Sumy State University  
Stoliarenko N.P.*

*Leading Researcher at the research department  
of the Scientific Center of rocket troops and artillery, Sumy  
Schenyakin O.V.*

*Senior Researcher at the research department of the Scientific  
Center of rocket troops and artillery, Sumy*

## DEGREE TEST OF BREAKERS. ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF CONTROLLING FACTORS OF NON-CONTACT ACTION.

**Гайда Павло Іванович**

*кандидат військових наук,  
старший науковий співробітник,  
доцент кафедри військової підготовки,  
Сумський державний університет*

**Столяренко Микола Петрович**

*провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу  
Науково-дослідного центру РВіА, м. Суми*

**Щенякін Олег Володимирович**

*старший науковий співробітник науково-дослідного відділу  
Науково-дослідного центру РВіА, м. Суми*

## ПОЛІГОННІ ВИПРОБУВАННЯ ПІДРИВНИКІВ. ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ СПРАЦЮВАННЯ ПІДРИВНИКІВ НЕКОНТАКТНОЇ ДІЇ

**Summary.** The types of demolition tests of blasters, the concept of firing field of demolition tests are considered. The features of polygon tests of noncontact blasters are outlined. The methodological apparatus and algorithm of estimation of reliability of operation and determination of limit of heights of breaks of bursts of noncontact action are offered.

**Анотація.** Розглядаються види полігонних випробувань підричників, поняття стрільбового поля полігонних випробувань. Викладені особливості полігонних випробувань підричників неконтактної дії. Пропонується методичний апарат та алгоритм оцінювання надійності спрацювання та визначення межі висот розривів підричників неконтактної дії.

*Keywords: artillery ammunition, blasting, blasting tests, firing field, directress, shot, blasting failure, gap height, firing reliability.*

*Ключові слова: артилерійські боєприпаси, підричник, випробування підричників, стрільбове поле, директриса, постріл, безвідмовність підричника, висота розривів, надійність спрацювання.*

**Постановка проблеми, аналіз досліджень та публікацій.** Одним із основних напрямків сучасного розвитку артилерійського озброєння є розроблення нових артилерійських боєприпасів або модернізація існуючих за рахунок оснащення їх новими перспективними типами підричників.

Сучасні артилерійські системи, міномети та РСЗВ комплектуються снарядами (мінами) основного та спеціального призначення, які оснащені різноманітними зразками підричників (трубок). Це пояснюється не тільки використанням для вирішення вогневих завдань снарядів різного призначення та різних калібрів, але й іншими причинами. По-перше: з мобілізаційних та економічних міркувань на озброєнні продовжують залишатися до повної витрати або утилізації застарілі зразки підричників, виробництво яких вже припинено. По-друге: зі створенням нових зразків артилерійських систем з підвищеною балістикою та підвищенням вимог до підричників (трубок) виникає необхідність розроблення нових або

модернізація деяких застарілих зразків підричників.

Кожний дослідний або модернізований зразок підричника підлягає випробуванням, які проводяться за відповідними програмами та методиками на відповідних полігонах. Проте, як показує аналіз публікацій, на сьогодні недостатньо досліджені питання щодо вимог, які слід враховувати при розробленні методик випробувань підричників, оптимізації необхідної кількості снарядів для їх випробування, а також умов та порядку проведення випробувань підричників до артилерійських боєприпасів.

**Мета статті** полягає у розкритті механізму та особливостей випробувань підричників до артилерійських боєприпасів з перевірки відповідності їх бойових, технічних та експлуатаційних характеристик вимогам технічних завдань (ТЗ), які необхідно враховувати при розробленні програм та методик випробувань даних дослідних зразків, а також визначення

необхідної мінімальної кількості снарядів для випробування підричників неконтактної дії.

#### Викладення основного матеріалу

Ефективність виконання завдань стрільби артилерії значною мірою залежить від своєчасності та повноти підриву снаряда на визначеній умовами стрільби ділянці траєкторії (висоті над ціллю) або після зустрічі його з ціллю, що визначається типом підричника (трубки) та надійністю його дії (спрацювання).

До підричника, як до важливого, найбільш складного елемента боєприпасів, висуваються підвищені вимоги з безпеки, безвідмовності та своєчасності спрацювання біля цілі. Перевірка зазначених характеристик підричників здійснюється як у лабораторних умовах, так і шляхом полігонних випробувань в умовах, максимально наближених до реальної експлуатації.

При проведенні випробувань комплексно оцінюються функціонування елементів підричника та їх взаємодія, а також видаються рекомендації щодо можливості прийняття зразка на озброєння та доцільності його промислового виробництва.

Полігонні випробування підричників є складовою випробувань, які визначені кресленнями та технічними умовами (ТУ) на них і є визначальними для оцінювання їх придатності до зберігання та бойового застосування.

Метою полігонних випробувань підричників є перевірка відповідності їх характеристик тактико-технічним вимогам у реальних умовах. При випробуваннях перевіряється надійність дії біля цілі, а для підричників, які підлягають довгостроковому зберіганню – здатність виконувати функції впродовж всього терміну експлуатації.

Полігонні випробування підричників умовно можна поділити на дві групи [1,2]:

- випробування на безпеку;
- випробування на безвідмовність.

Випробування на безпеку проводяться з метою перевірки підричників у службовому поводженні при пострілі та на ділянці траєкторії в межах дальності, що забезпечує безпеку для своїх військ у разі підриву снаряда (міни), і включають в себе такі види випробувань [2,3]:

- випробування на міцність деталей;
- випробування на надійність ізоляції капсулів та стійкості їх під час пострілу;
- випробування надійності контрзапобіжників;
- випробування на безпеку при гальмуванні в каналі ствола гармати (міномета);
- випробування на безпеку при стрільбі в складних погодних умовах (дощ, сніг, тощо).

Для кожного типу підричників види випробувань на безвідмовність визначаються кресленнями та ТУ на даний зразок [2,3]. Вони включають в себе такі основні види випробувань:

- визначення дальності (граничних меж) взведення;
- випробування на безвідмовність стрільбою по місцевості;

- випробування на чутливість та швидкість спрацювання (дії);

- випробування на безвідмовність та час дії сповільнювачів;

- випробування на безвідмовність та час горіння самоліквідаторів;

- випробування підричників неконтактної дії на безвідмовність, час дії та розсіювання часу дії.

Випробування підричників проводяться стрільбою осколково-фугасними снарядами (мінами) із гармати (міномета) згідно з таблицями стрільби.

Стрільба здійснюється на стрільбовому полі на дальності відповідно до умов випробувань за загальними правилами з темпом, який забезпечує засічку кожного розриву (падіння) боєприпасів, при цьому один-два постріли служать для прицілювання [1,3].

Стрільбове поле, яке обладнане директрисами, є основним елементом при проведенні полігонних випробувань [2,4].

При його обладнанні геодезичним шляхом визначається основна директриса – спеціально позначений на місцевості основний напрямок стрільби, а також неширока смуга місцевості біля нього. На ній від вогневої позиції через 1000 м встановлюються стовпи висотою 6 м, а через 100 м – висотою 4 м.

Паралельно основній директрисі через кожні 200 м геодезичним шляхом визначають допоміжні директриси зі стовпами 2 м, що встановлюються через 100 м.

Довжина обладнання директриси вибирається з умови точного падіння боєприпасів під час стрільби на максимальну дальність.

Для проведення полігонних випробувань підричників підбирають гармати (міномети) першої категорії, кількість пострілів з яких не перевищує 25% їх повної живучості (за виключенням випробувань з перевірки безпеки підричників при гальмуванні снаряда (міни) у каналі ствола) [1,2].

Випробування підричників неконтактної дії на безвідмовність, час дії та розсіювання часу дії проводяться стрільбою на мінімальну, середню та максимальну дальності ( $X_{\min}$ ,  $X_{\text{ср}}$ ,  $X_{\max}$ ) з дотриманням нижчезазначених умов та порядку:

- підричник бойовий на 3-х установках (максимально допустимі та середня);
- снаряд в бойовому спорядженні одного вагового знаку;

- металеві заряди повинні бути повні та зменшені, з мінімальними коливаннями температури;

- запобіжні ковпачки знімаються не раніше ніж за 1 годину до стрільби;

- середня швидкість вітру не повинна перевищувати 10 м/с (пориви до 15 м/с);

- ціна поділки хронометрів не більше ніж 0,01 с.

Визначення координат розривів (по дальності та висоті) та розрахунок їх ймовірних відхилень проводяться за формулами [2,5]:

$$B_{pd} = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n-1}} \quad (1)$$

$$B_{pv} = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum (h_i - h_{cp})^2}{n-1}}$$

де  $B_{pd}$ ,  $B_{pv}$  - ймовірне відхилення по дальності та висоті, відповідно;

$X_i$ ,  $X_{i+1}$  - дальність розриву наступного і попереднього пострілів, відповідно;

$H_i$ ,  $H_{i+1}$  - висота розриву наступного і попереднього пострілів, відповідно;

$n$  - число зчитувальних пострілів.

Середній час спрацювання визначається за формулою:

$$t_{cp} = \frac{\sum t_i}{n} \quad (2)$$

де  $t_i$  – час спрацювання  $i$ -го підричника;

$n$  - число зчитувальних пострілів.

Для визначення ймовірного середнього відхилення застосовується формула :

$$B_t = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum (t_i - t_{cp})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Критерієм якості підричників є ймовірне відхилення часу дії:

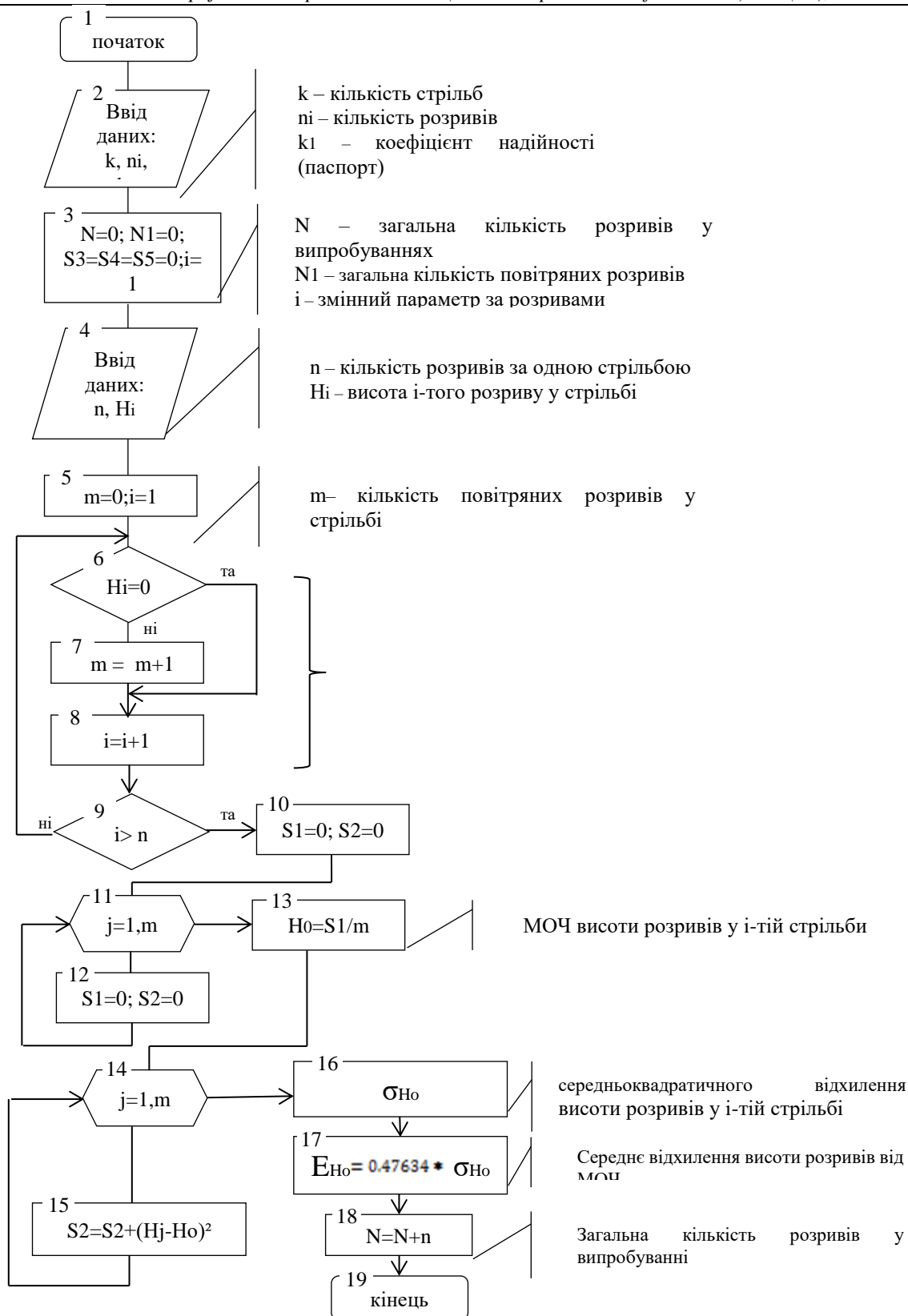
$$r_t = \frac{B_t}{t_{cp}} \quad (4)$$

Особливостями випробувань підричників неконтактної дії є перевірки [2]:

- надійності неконтактної дії;
- межі висот розривів при всіх умовах застосування;
- часу дії механізму постійного та перемінного дальнього зведення;
- дії механізму перемикання чутливості.

Для проведення випробувань підричників неконтактної дії на стрільбовому полі готується рівний майданчик з відповідним (відомим) коефіцієнтом відображення. На ньому встановлюються віхи висотою 10...12 м з поперечними перекладами, які закріплюються через 2 м для забезпечення зручного спостереження за підривом снарядів. Реєстрація проводиться за допомогою вимірювального комплексу з використанням сучасної швидкодіючої відео- та фотоапаратури [2,7]. Для визначення координат та висот розривів здійснюється топографічна прив'язка місцевості.

Кількість пострілів, які необхідні у партії (групі) при випробуваннях підричників, визначає Замовник, але зважаючи на жорсткі вимоги під час прийомки підричників та враховуючи те, що новий зразок досить дорогий (особливо новітні «інтелектуальні» підричників), пропонується при випробуванні підричників неконтактної дії застосовувати методичний апарат і алгоритм оцінювання їх надійності спрацювання та визначення межі висот розривів (рис. 1).



вираховування кількості повітряних розривів

Рис. 1. Алгоритм розрахунку (оцінювання) надійності спрацювання та визначення межі висот розривів підричників неконтактної дії

Даний апарат і алгоритм дозволяє за результатами оцінювання надійності спрацювання та визначення межі висот розривів встановити мінімальну кількість снарядів (мін) при проведенні стрільб під час полігонних випробувань

підричників неконтактної дії і полягає в наступному:

1. На початковому етапі встановлюється кількість стрільб, які необхідно провести під час випробувань підричників, а також коефіцієнт

надійності спрацювання підричника, який вказується у технічних умов на дослідний зразок або в паспорті на підричник, що модернізується.

2. Після кожного пострілу визначається висота розриву, а за серією пострілів – загальне число розривів.

3. За кожною стрільбою обчислюється кількість повітряних розривів, математичне очікування висоти повітряних розривів (МОЧ), середньоквадратичне відхилення висоти розривів від МОЧ, а також середнє відхилення висоти розривів від МОЧ.

4. Після проведення всіх необхідних стрільб визначається загальна кількість розривів та число повітряних розривів.

5. Проводяться розрахунки:

- дійсного коефіцієнту надійності, отриманого в результаті випробувань;
- середньої висоти розривів;
- середньоквадратичного відхилення висоти розривів снарядів від МОЧ висоти розривів;
- середнього відхилення висоти розриву снаряду від МОЧ висоти розривів;
- відхилення коефіцієнта надійності спрацювання від паспортної величини у процентах (%).

У разі позитивного значення відхилення коефіцієнта надійності спрацювання від даних паспортної величини або технічних умов, можна вважати, що підричник неконтактної дії випробування на надійність спрацювання витримав, а кількість витрачених при цьому снарядів є оптимальною.

**Висновок.** Таким чином, запропонований методичний підхід та алгоритм дозволяє проводити

оцінювання надійності спрацювання та розрахунки межі висот розривів підричників неконтактної дії, оптимізувати витрату боєприпасів для проведення стрільб при полігонних випробуваннях підричників, а також сприяє якості та конкретизації розроблення програм і методик випробувань дослідних зразків підричників артилерійських боєприпасів.

#### Список літератури

1. ГОСТ В 15.210-78 Испытания опытных образцов изделия. Основные положения, - М.: издательство стандартов. 1978. - 21с.

2. Полигонные испытания взрывателей. – Пенза: издательство ПАИИ, 1998, 307с.

3. Желудок И.С., Годунов А.И. Заводской инструментальный контроль, маркировка и контрольные испытания элементов боеприпасов.- Пенза: ВАИУ, 1988. - 187с.

4. И.Ф. Равдин. Внешняя баллистика: учебное пособие.- Л., изд-во Военная артиллерийская академия им. Калинина, 1956. – 291 с.

5. Аверьянов А.И. Теоретические основы управления огнем наземной артиллерии. Учебник. – Л., изд-во Военная артиллерийская академия им. Калинина, 1978. – 454 с.

6. Голубинский Ю.М., Юзбашев Н.Н. Основы устройства артиллерийских боеприпасов. - Пенза: издательство ПАИИ, 2004. - 214 с.

7. Логинов С.М. Методы обработки видео- и фотоизображений неконтактного разрыва артиллерийских боеприпасов для определения его эпицентра и высоты срабатывания. – Тула, издательство Известия ТулГУ. Технические науки, 2017, вып.11. Ч. 3.