Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. 2021. Вип. № 3(9)
ISSN 2706-7386
УДК 355.681.7 DOI: 10.37701/dndivsovt.9.2021.07

Козачук В.Л., Слюсаренко М.О. *Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України*

СПОСІБ КОНТРОЛЮ НАЯВНОСТІ СТОРОННІХ РЕЧОВИН ТА ПРЕДМЕТІВ У КАНАЛІ СТВОЛА ЗА ДОПОМОГОЮ МОНОХРОМНОГО СВІТЛА

У статті автори пропонують спосіб контролю наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола. Проблема контролю чистоти поверхні залишається актуальною у багатьох галузях, починаючи від санітарно-гігієнічного прибирання приміщень й закінчуючи наноелектронікою. У військовій сфері це набуває особливого значення під час чистки стволів гармат. Під час стрільби із стрілецької зброї у стволі відбувається відкладення як продуктів горіння пороху й капсуля патрону, так і частинок оболонки кулі. Під дією високих температур частки куль окислюються та вкривають канал ствола тонким шаром нальоту оксидів, які важко розчиняються. Внаслідок цього змінюється щільність прилягання кулі до стінок. Це впливає на характеристики її руху всередині ствола. Точність пострілу знижується, і, як наслідок, знижується кучність і точність стрільби взагалі. Сутність запропонованого способу полягає у тому, що у каналі ствола з однієї сторони розміщують джерело світла, а з іншої сторони розміщують оптичний прилад, за допомогою якого здійснюють контроль наявності сторонніх речовин та предметів. На відміну від відомих способів, даний відрізняється тим, що додатково у каналі ствола з казенної частини по черзі розміщують декілька джерел монохромного світла, а у каналі ствола з дульної частини розташовують обладнання для прийому монохромного світла. Потім аналізують отримане монохромне світло, виявляють поточне значення його певних параметрів.

На наступному етапі порівнюють значення параметрів зафіксованого під час контролю монохромного світла зі значеннями параметрів еталонних сигнатур, які були отримані до початку експлуатації ствола та зберігаються у пам'яті обладнання. У разі виявлення невідповідності значень хоча б одного із параметрів, хоча б від одного із джерел монохромного світла, значенням параметрів еталонних сигнатур, обладнання для прийому та аналізу монохромного світла видає сигнал про наявність у каналі ствола сторонніх речовин та предметів.

Ключові слова: *канал ствола, монохромне світло, сторонні речовини, параметри еталонних сигнатур.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Проблема контролю чистоти поверхні залишається актуальною у багатьох галузях, починаючи від санітарно-гігієнічного прибирання приміщень й закінчуючи наноелектронікою [1], [2]. У військовій сфері це набуває особливого значення під час чистки стволів озброєння. Під час стрільби у стволі відбувається відкладення як продуктів горіння пороху й капсуля боєприпасу (нагару), так і частинок його оболонки (міді, її сплавів, свинцю або їх різних комбінацій). Під дією високих температур частки куль окислюються та вкривають канал ствола тонким шаром нальоту оксидів, які важко розчиняються. Внаслідок цього змінюється щільність прилягання кулі до стінок. Це впливає на характеристики її руху всередині ствола. Точність пострілу знижується, і, як наслідок, знижується кучність і точність стрільби взагалі. Солі, які містить нагар, легко вбирають вологу із атмосферного повітря й перетворюються у насичені розчини, що викликають посилену корозію металу ствола. Особливо швидко утворюються корозійні руйнування, якщо вони знаходяться доволі близько від "заміднених" ділянок. Це відбувається тому, що мідь та сталь, вкриті шарами нагару як електролітом, стають гальванічним елементом. У даному випадку негативним електродом, який швидко руйнується, є сталь.

З метою попередження даних негативних явищ канали стволів стрілецької зброї необхідно чистити через певний час.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існують різні способи контролю чистоти поверхонь: системи, у яких на світло, що падає, впливають властивості досліджуваного матеріалу; системи, у яких властивості матеріалу впливають на віддзеркалене світло; системи, які призначені для виявлення дефектів та забруднень [3]. Автори у [4] визначають якість полірування й параметр шорсткості поверхні волочильного інструменту. Аналіз

© Козачук В.Л., Слюсаренко М.О., 2021

публікацій виявив, що стосовно суто військової техніки з цього питання є винаходи, на які розроблено патенти. Винахід [5] відноситься до складів чищення стволу вогнепальної зброї й може бути використано для видалення з поверхні ствола нагару, залишків міді або її сплаву (бронзи), свинцю та їх оксидів, які залишаються після стрільби. Автор у [6] розглядає питання чищення зброї, видалення нагару, відкладень міді, цинку, томпаку, мельхіору. Також військової техніки стосується [7], де авторами пропонується використовувати для чищення ствола розчинну та газоподібну хімічні сполуки. Механічне чищення ствола із застосуванням автоматики пропонують автори у [8]. Але у даних роботах не розглядається питання контролю наявності сторонніх речовин у стволі гармати за допомогою монохромного світла.

Формулювання мети статті. Отже, мета статті – запропонувати спосіб контролю наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола за допомогою монохромного світла.

Викладення основного матеріалу дослідження. Питання контролю технічного стану та ступеня забрудненості стволів озброєння залишається важливим у військовій сфері. Даний спосіб можна використовувати для контролю технічного стану стволів стрілецької зброї та артилерійського озброєння, а також інших видів озброєння, в яких застосовують порох та подібні до нього речовини [9].

Найближчим аналогом, тобто прототипом, даного способу є спосіб оцінювання чистоти поверхонь з використанням оптичних приладів. Це найбільш близьке технічне рішення як за суттю, так і за задачею, що розв’язується.

Суть цього способу полягає в освітленні об’єкта контролю джерелом світла і візуальному дослідженні отриманого зображення за допомогою оптичних приладів (наприклад, мікроскопа, лупи та інших подібних пристроїв). Цей спосіб базується на тому, що коефіцієнт відбиття світла, через забруднення поверхні об’єкта контролю, змінюється. Тобто, світло, яке освітлює частки бруду на поверхні об’єкта контролю, внаслідок відбиття від різнорідних ділянок поверхні, що досліджується, нерівномірно змінює деякі свої параметри – зокрема, інтенсивність, фазу та поляризацію. Зміна величини коефіцієнта відбиття, яка залежить від ступеня (в першу чергу, площі) та типу забруднення, візуально оцінюється та фіксується.

Недоліком способу, який обрано за найближчий аналог (прототип), є те, що він є різновидом візуальних методів контролю чистоти поверхні з притаманними їм суб’єктивною оцінкою та обмеженістю застосування. Недоліками слід вважати й те, що цей спосіб призначений лише для вирішення вузькоспеціалізованих завдань, які пов’язані з перевіркою чистоти поверхонь конкретних матеріалів, певних деталей приладів. Крім того, спосіб має низьку точність та малу швидкість вимірювання. Необхідно також відмітити, що притаманні цьому способу критерії оцінювання ступеня чистоти доволі суперечливі.

В основу даного підходу покладено задачу підвищення точності, вірогідності та оперативності контролю і результативності виявлення наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола, за допомогою усунення недоліків найближчого аналогу (прототипу).

Як вже наголошувалося, суть підходу складається з контролю наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола. Для цього додатково у каналі ствола з його казенної частини по черзі розміщують декілька джерел монохромного світла, у каналі ствола з його дульної частини розташовують обладнання для прийому монохромного світла. Це обладнання аналізує, виявляє поточні значення певних параметрів отриманого монохроматичного світла, а також порівнює ці значення зі значеннями параметрів еталонних сигнатур, які були отримані до початку експлуатації ствола та зберігаються у пам’яті обладнання (Рис.1).

У разі виявлення невідповідності хоча б одного із значень параметрів хоча б від одного із джерел монохромного світла, значенням параметрів еталонних сигнатур,

ISSN 2706-7386

обладнання для прийому та аналізу монохромного світла видає сигнал про наявність у каналі ствола сторонніх речовин та предметів.

У загальному розумінні монохроматичне світло це електромагнітна хвиля однієї визначеної й строго постійної частоти з діапазону, які безпосередньо сприймаються людським оком. Однак, по своїй фізичній природі електромагнітні хвилі видимого діапазону не відрізняються від хвиль інших діапазонів (інфрачервоного, ультрафіолетового, рентгенівського тощо) і стосовно них також використовують термін “монохроматичний” [10].

Цілком зрозуміло, що поняття “монохроматичне світло” (як і “монохроматичне випромінювання” взагалі) є ідеалізацією. Реальні ж процеси випромінювання обмежені в часі, і тому в них одночасно випускаються хвилі всіх частот, що належать деякому інтервалу. Чим вужчий цей інтервал, тим “більш монохроматичніше” випромінювання.

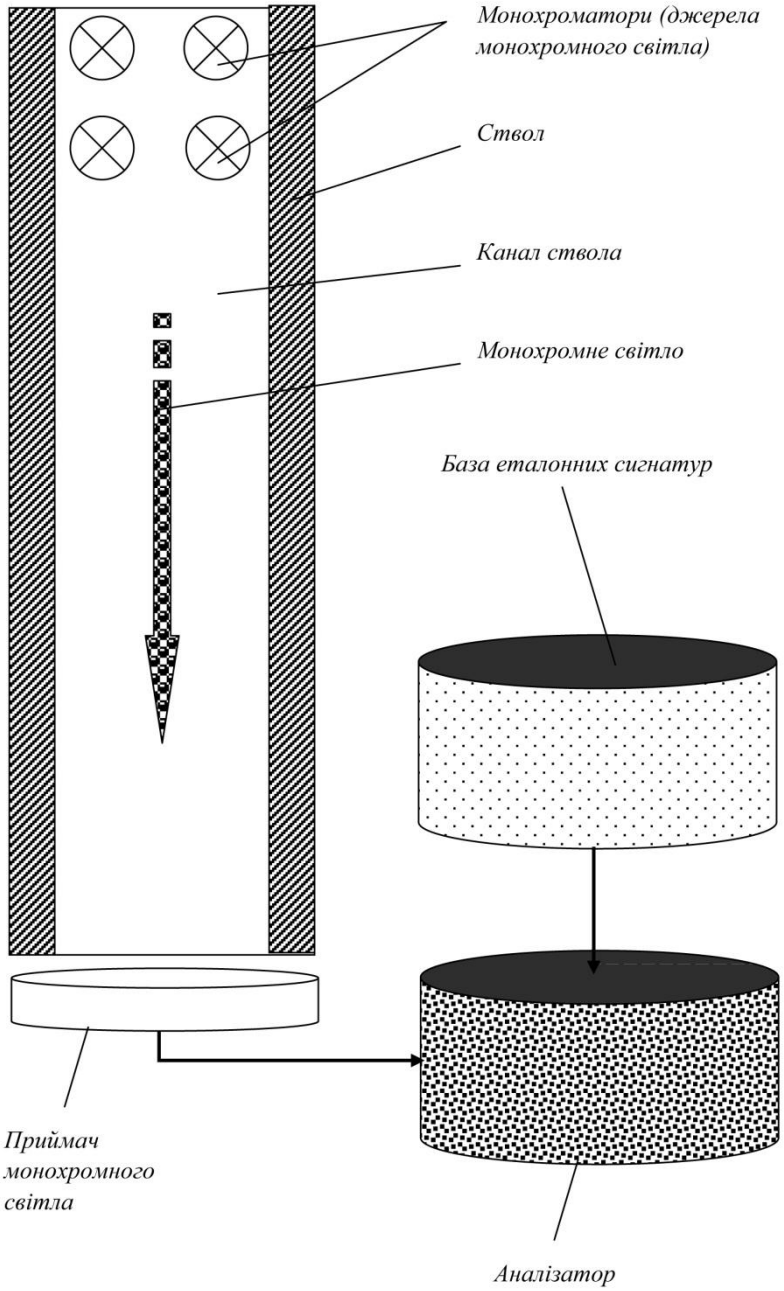

Рис.1. Загальна схема пристрою для контролю наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола за допомогою монохромного світла

При випусканні світла (або електромагнітного випромінювання інших діапазонів) реальними джерелами в них відбувається безліч переходів між різними енергетичними станами, тому в такому випромінюванні присутні хвилі багатьох частот. Прилади, за допомогою яких зі світла виділяють вузькі спектральні інтервали (випромінювання, близьке до монохроматичного світла), називають монохроматорами.

Виходячи з практичних міркувань слід зауважити, що найбільш доцільно використовувати для контролю наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола монохроматори саме видимого спектра.

Такі оптичні монохроматори, на відміну від електронних, виділяють хвилі певної частоти із неперервного спектру. Для виділення монохроматичної хвилі світло розкладають у спектр за допомогою призми або дифракційної решітки і пропускають через тонку щілину, яка відбирає промені певної частоти.

На практиці використовують кілька способів, за допомогою яких отримують монохромне випромінювання.

– призматичні системи для виділення потоку випромінювання із заданим ступенем монохроматичності;

– системи на основі дифракційної решітки (Черні-Тернера, Фасти-Эберта);

– газорозрядні лампи та інші джерела світла, у яких відбувається переважно один електронний перехід (наприклад, натрієва лампа, у випромінюванні якої переважає найбільш яскрава лінія D або ртутна лампа). Газорозрядні лампи часто використовують у комбінації зі світлофільтрами, що виділяють із лінійчатого спектра лампи потрібну лінію;

– лазери, випромінювання яких не тільки високомонохроматично, але й когерентне, при цьому для випромінювання деяких типів лазерів його спектральний інтервал може бути значно вужчий, ніж у ліній атомних спектрів.

З перелічених типів монохроматорів для практичного використання під час оцінювання наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола та ступеня його забруднення найбільш перспективним виглядає застосування лазерних монохроматорів, оскільки вони відрізняються від інших відносно невисокою ціною та прийнятними масо-габаритними характеристиками.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Запропонований спосіб дозволяє підвищити точність виявлення наявності забруднення каналу ствола, скоротити час на проведення контролю наявності сторонніх речовин та предметів у його каналі, підвищити вірогідність результату контролю чистоти каналу ствола, тобто зменшити імовірність помилки під час здійснення контролю технічного стану ствола, зокрема, виявлення забруднення у каналі. Цим самим досягається підвищення ефективності застосування способу контролю наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола, що заявляється, порівняно з найближчим аналогом (прототипом). Предметом подальшого дослідження може бути пошук шляхів практичної реалізації контролю наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола за допомогою монохромного світла.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чистые помещения; под. ред. И. Хаявы. – Москва: Мир, 1990. – 454 с.

2. Дульянинов А.С. Методы контроля чистоты поверхностей в чистых помещениях. – Новосибирск: СГГА, 2006. – Режим доступу: https://cyberleninra.ru. – дата доступу: 01.07.2021.

3. Батомункуев Ю.Ц. Способы контроля чистоты поверхностей / Ю.Ц. Батомункуев, А.С. Дульянинов, Н.А. Мещеряков – Новосибирск: СГГА, 2005. – Режим доступу: https://cyberleninra.ru. – дата доступу: 01.07.2021.

4. Куренкова Т.П. Определение качества полировки и параметра шероховатости поверхности рабочего канала твердосплавного волочильного инструмента производства ОАО “БМЗ – управляющая компания холдинга “БМК” / Т.П. Куренкова, И.П. Лазебниткова, Т.Н. Липаткина. – Минск: БНТУ, 2013. – Вып. № 3(71). – С. 25–29.

5. Пат. 2391447 РФ, МПК C23G1/18. Состав для чистки стволов стрелкового оружия / Гладких Н.И., Ожерелкова М.В., Гайдар С.М.; владельцы патента RU: Закрытое акционерное

общество Фирма “Автоконинвест” (RU); заявл. 03.03.2009; опубл. 10.06 2010, – 3 с. – Режим доступу: http://www.findpatent.ru/patent/239/2391447.html. – дата доступу: 07.07.2021.

6. Пат. 2702513 РФ, МПК C23G1/18. Композиция для чистки оружия / Паринов П.П.; владелец и правообладатель Паринов П.П. № RU201820302; заявл. 01.06.2018; опубл. 08.1-2019. – 2 с. – Режим доступу: http://i.moscow/ patents/RU2702513C_120191008. – дата доступу: 07.07.2021.

7. Пат. 97727 Финляндия, МПК RU2293943C2/ru. Способ и устройство для чистки ствола орудия / Паананен Маркку, Койвулуома Марь; владельцы и правообладатели Паананен Маркку, Койвулуома Марь; опубл. 02.20.2007. – 3 с. – Режим доступу: http:// patents. google.com. – дата доступу: 07.07.2021.

8. Pat. 241870 Finland, IPC F41A 29/02. Device for cleaning the barrel of a gun. / Paananen Markku, Koivuluoma Marja; Bulevardi 2-4 a, fin-00120 Helsinki, 845/KOL/2004; Date of Filing 21-Dec-2004; Publication Date 30-Jul-2010. – Режим доступу: http://163.172.151.76./ patents. – дата доступу: 07.07.2021.

9. Пат. 129475 Україна, Спосіб контролю наявності сторонніх речовин та предметів у каналі ствола / Козачук В.Л.; заявник і власник патенту Козачук В. Л. № u201806381; заявл. 07.06.2018; опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20 про видачу патентів.– 3 с.

10. Борн М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. – Москва, 1973.

Козачук В’ячеслав Леонідович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України, Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-0207-7461
тел.+38-095-356-2963

Слюсаренко Марина Олександрівна
кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України,
Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0003-4165-3908
тел.+38-050-418-47-63

Vyacheslav Kozachuk
Candidate Of Technical Sciences, Senior Researcher, Lead Researcher of the Central Scientific Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv
https://orcid.org/0000-0002-0207-7461
+38-095-356-2963

Maryna Sliusarenko
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Senior Research of Central Scientific Research Institute of UA Forces
Kiev, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-4165-3908
+38-050-418-47-63

METHOD OF CONTROLLING PRESENCE OF FOREIGN SUBSTANCES AND OBJECTS IN THE BORE OF THE BARREL USING MONOCHROME LIGHT

V Kozachuk and M Sliusarenko

In the article, the authors propose a method for controlling the presence of foreign substances and objects inside the barrel. The problem of surface cleanliness control remains relevant in many areas, ranging from sanitary cleaning to nanoelectronics. In the military sphere, this becomes particularly important during the cleaning of cannon barrels. Both powder combustion products and cartridge cap and bullet shell particles are deposited in the barrel during firing from guns. Under the impact of high temperatures, the bullet particles are partially oxidized and cover the barrel channel with a thin layer of deposit of oxides, which are difficult to dissolve. As a result, the density of the bullet abuting the walls changes. This affects the characteristics of its motion inside the barrel. The accuracy of the shot is reduced, and subsequently the precision and accuracy of shooting in general decreases. The essence of the proposed method consists in the fact that a light source is placed in the bore of the barrel on one side, and an optical device is placed on the other side, with the help of which the presence of foreign substances and objects is monitored. Unlike the known methods, this method is characterized in that several monochrome light sources in addition are placed in turn in the bore of the barrel from the breech part, and in the bore of the barrel from the muzzle part there is equipment for receiving (detecting) monochrome light. Then, obtained monochrome light is analyzed, current value of its defined parameters is determined. At the next stage, parameter values of monochrome light fixed during control are compared with parameter values of reference signatures, which had been obtained before the barrel was put in service. These values are stored in equipment memory. If the values of at least one of the parameters from at least one of the monochrome light sources are found to be inconsistent with the parameters of the reference signatures, the equipment for receiving and analyzing monochrome light gives a signal about the presence of foreign substances and objects in the bore of the barrel.

Keywords: *bore of the barrel, monochrome light, foreign substances, parameters of reference signatures.*