

УДК 629.7.018:2.001.2

В. М. СЕНАТОРОВ,

кандидат технічних наук, доцент,

О. Д. МЕЛЬНИК, провідний науковий співробітник,

В. А. ЕФІМЕНКО, старший науковий співробітник

(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

Коліматорний приціл для скритого виконання бойової задачі

Запропоновано коліматорний приціл для скритого виконання бойової задачі стрілецькою зброєю. Можливість скритого прицілювання і надійність прицілу забезпечуються моноблочною оптичною схемою коліматора і ромбічною системою двох дзеркал на його виході.

Ключові слова: коліматорний приціл, скрите прицілювання, надійність.

Предложен коллиматорный прицел для скрытого выполнения боевой задачи стрелковым оружием. Возможность скрытого прицеливания и надежность прицела обеспечиваются моноблочной оптической схемой коллиматора и ромбической системой двух зеркал на его выходе.

Ключевые слова: коллиматорный прицел, скрытое прицеливание, надежность.

Проведений авторами роботи [1] аналіз тенденцій розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) провідних країн дозволив відзначити дві важливі, на їх погляд, тенденції: підвищення скритості виконання бойової задачі і спрощення експлуатації озброєння з одночасним підвищенням його надійності.

Стосовно стрілецької зброї це означає, що в перспективі вона повинна безвідмовно забезпечувати виконання бойової задачі без прямого візуального контакту з ціллю. А це можливо виконати лише за допомогою оптичних засобів. До таких мають бути віднесені телевізійні [2, 3], волоконно-оптичні [4] і коліматорні приціли [5].

Телевізійні і волоконно-оптичні приціли, що передбачають формування зображення цілі за допомогою вхідної оптики, закріпленої на зброї, і передачу цього зображення в поле зору стрілка за допомогою вихідної оптики, закріпленої на голові (касці) людини або на дисплеї на руці стрілка, не відповідають вимозі простоти експлуатації.

Мета статті – розробка надійного коліматорного прицілу, який був би в змозі скрито вирішувати бойову задачу.

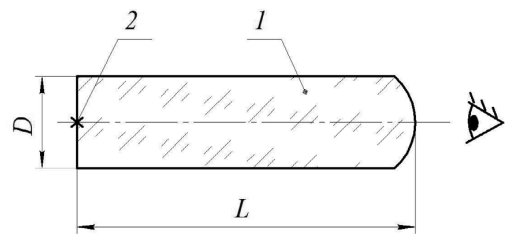


Рис. 1. Оптичний моноблок:
1 – товста лінза, 2 – прицільна мітка

Надійність прицілу. Для того аби коліматорний приціл задовольняв вимоги простоти експлуатації і надійності, він повинен мати відповідну конструкцію. Цій вимозі задовольняють моноблочні оптичні схеми [6]. На рис. 1 зображена принципова оптична схема простішого прицілу такої конструкції.

Його особливістю є те, що функцію колімації зображення прицільної мітки типу «red dot» виконує товста плоско-випукла лінза 1, з плоскою поверхнею якої суміщено малюнок прицільної мітки 2. Підсвічування мітки 2 здійснюється природнім світлом. Товщина l лінзи 1 задовольняє умові

$$l = r / (1 - n^{-1}), \quad (1)$$

де r – радіус кривизні випуклої поверхні лінзи, а n – показник заломлення матеріалу лінзи.

З формули (1) випливає, що для того, щоб моноблок мав мінімальну довжину, необхідно використовувати скло з високим показником заломлення, наприклад, ТФ110, у якого $n = 1,8138$. З врахуванням цього маємо $l = 2,25r$:

Аналіз сучасного стану оптичного прицілобудування, виконаний авторами роботи [7], показав, що діаметр D їхньої вихідної зіниці не перевищує 25 мм, а похибка лінії прицілювання (визначається паралактичною

похибкою об'єктива) $\rho \leq 3$ мрад. Паралактична похибка ρ заломлюючої поверхні визначається залежністю

$$\rho = \arcsin[n \sin(\alpha - \beta)] - \arcsin \alpha, \quad (2)$$

де допоміжні кути α і β визначаються за формулами

$$\alpha = \arcsin(D/2r);$$

$$\beta = \arctg\{D/2r [1,25r + (r^2 + 0,25D^2)^{1/2}]\}.$$

Розв'язуючи рівняння (2), з врахуванням відомих параметрів: $D = 25$ мм, $n = 1,8138$ і $\rho = 0,003$, – знаходимо $r = 45$ мм. Підставляючи це значення в (1), знаходимо $l = 101$ мм.

Якщо умови компоновки прицілу на зброї не дозволяють розмістити його з такими габаритами, то необхідно використовувати асферичну заломлюючу поверхню замість сферичної, наприклад, параболічну, рівняння якої має вигляд

$$y^2 = 4fx,$$

де f – фокусна відстань параболи.

Стосовно коліматорного прицілу $f = l$, тобто

$$y^2 = 4lx.$$

Основна перевага асферики – відсутність сферичної аберації при заломленні променів, що дозволяє теоретично будувати оптичну схему прицілу «red dot» без обмежень по довжині. Наприклад, якщо обмежити $l = 50$ мм, то координата x при $y = D/2 = 12,5$ мм становить 0,78 мм. При цьому відхилення асферики від найближчої сферичної поверхні, яка описується рівнянням $y^2 + x^2 = 2500$, сягає 800 мкм. Тому єдиним обмеженням можуть бути технологічні можливості підприємства-виробника асферичної оптики.

Одним з найважливіших показників будь-якої стрілецької зброї є швидкість виконання прицільного пострілу. Одним з факторів, якій впливає на цей показник, є час, який стрілець витрачає на пошук прицільної

мітки в межах миттєвого поля зору прицілу 2γ , яке визначається формулою

$$2\gamma \approx \arctg(D/s),$$

де s – відстань ока стрілка від прицілу.

Щоб стрілець швидше знаходив прицільну мітку, доцільно ввести в його поле зору допоміжну інформаційну мітку у вигляді кільця з кутовим розміром 2γ , яке охоплює прицільну мітку [8]. Наприклад, при $D = 25$ мм і $s = 200$ мм $2\gamma = 7^\circ$. Якщо при прицілюванні око стрільця знаходиться поблизу оптичної осі прицілу, він бачить повністю кільце, в центрі якого прицільна мітка. Якщо ж око стрільця знаходиться на відстані більш ніж 12,5 мм від оптичної осі, то стрілець губить зображення прицільної мітки «red dot», але бачить частину кільця. Це зображення допомагає визначити напрямок, в якому слід швидко перемістити око, щоб побачити прицільну мітку.

У процесі прицілювання стрілець одним оком бачить колімоване зображення прицільної мітки, а іншим – спостерігає ціль. Суміщення зображень відбувається у мозку людини (бінокулярний ефект).

Випробування такого прицілу САЛ-1 в складі пістолета-кулемета «Гном» [9] розробки КБ Спеціальної техніки підтвердили його високу надійність (рис. 2, 3).

У прицілі відсутнє запотівання всередині при різкому перепаді температури і розюстування при високих динамічних навантаженнях, прицілу притаманна висока швидкість виконання першого прицільного пострілу.

Скритність виконання бойової задачі. Для того аби коліматорний приціл задовольняв умовам скритості виконання бойової задачі, він повинен містити оптичну схему, в якій лінія візування ламається під кутом 90° відносно осі зброї, і стрілець має змогу спостерігати відбите зображення цілі. Цим вимогам задовольняє ромбічна система двох паралельних дзеркал 3 і 4, встановлених на виході моноблока 1 (рис. 4).



Рис. 2. Розміщення моноблочного прицілу на пістолеті-кулеметі «Гном» (на місці прицільної планки)



Рис. 3. Польові випробування прицілу

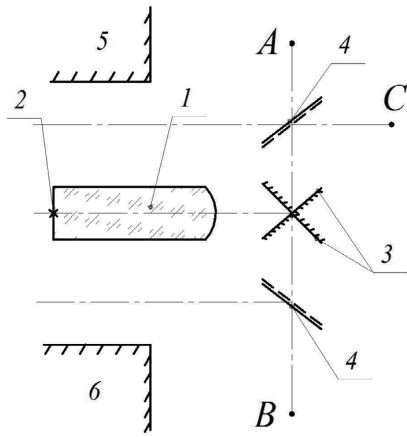


Рис. 4. Моноблочний колімаційний приціл для скритого виконання бойової задачі:

1 – моноблок, 2 – прицільна мітка, 3 – дзеркало, 4 – напівпрозоре дзеркало, 5 і 6 – укриття для стрілка

Із теорії оптичних систем [10] відомо, що матриця дії системи таких дзеркал має вигляд

$$M'' = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = 1.$$

Це свідчить про те, що на систему не впливають ніякі плоскі зміщення і повороти, якщо нема похибок юстування, і система не змінює напрямку відбитих променів. Ця властивість ромбічної системи дзеркал може бути використана при створенні прицілу для скритого прицілювання.

Конструктивно дзеркало 4 виконано напівпрозорим, завдяки чому відбувається процес суміщення зображення прицільної мітки і простору цілей.

При стеженні одним оком (точка А) стрілець, який знаходиться за укриттям 5 праворуч, одночасно бачить прицільну мітку і ціль, зображення якої відбито дзеркалом 4. Для того щоб стрілець зміг скрито виконати бойову задачу з точки В, коли укриття знаходиться ліворуч, система дзеркал повинна мати можливість повороту на 180° навколо оптичної осі моноблока 1 (рис. 4, де укриття позначено цифрою 6, а нове положення дзеркал – пунктиром).

Оптична схема прицілу, яка розглянута, має здатність до розширення функцій, що виконуються. По-перше, при спостереженні з точки С (рис. 4) приціл дозволяє вести монокулярне (класичне) прицілювання: ціль спостерігається крізь напівпрозоре дзеркало 4, а прицільна мітка – після відбиття дзеркалами 3 і 4. Для оперативної установки системи дзеркал в положення для прицілювання з точок А, В і С, вона повинна мати три фіксованих положення, які забезпечуються, наприклад, байонетним з'єднанням корпусів системи дзеркал і моноблока.

По-друге, для забезпечення стрільби в умовах високої освітленості фону до складу прицілу може бути введений підсвітлювач прицільної мітки, наприклад,

світлодіод АСС 110 (спектральний діапазон – 620...625 нм; сила світла – 800...1000 мкд).

Розглянута оптична схема, де прицільна мітка жорстко прив'язана до оптичної осі, потребує особливих підходів до конструювання прицілу і його розміщення на зброї. При виготовленні моноблока в оптичному цеху необхідно забезпечити прив'язку прицільної мітки до його базових поверхонь: до бокової циліндричної поверхні при круглій апертурі моноблока або до двох бокових площин при квадратній апертурі. Для спрощення цієї процедури доцільно нанести прицільну мітку на окрему оптичну деталь і забезпечити її прив'язку до моноблока в процесі приклеювання із застосуванням контрольно-юстувального (КЮ) пристрою. Така прив'язка дозволить зменшити діапазон регулювань при установці моноблока в корпус прицілу.

При установці моноблока в корпус у збиральному цеху необхідно забезпечити прив'язку лінії візування до двох базових площин корпусу прицілу. Така прив'язка повинна проводитись з використанням спеціального КЮ пристрою.

Для розміщення прицілу на зброї в ній мають бути передбачені дві базові площини, прив'язані до осі ствола зброї, на яку встановлюється приціл [9] (див. рис. 2).

Для перевірки паралельності осі ствола і лінії візування в місцях експлуатації необхідно розробити контрольний пристрій – мініатюрний колімаційний пристрій, лінія візування якого паралельна осі штиря, діаметр якого відповідає калібру зброї.

Висновок. Таким чином, приціл повною мірою відповідає сучасним тенденціям розвитку ОБТ стосовно надійності і скритності виконання бойової задачі із застосуванням стрілецької зброї.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Нор П. І., Єфіменко В. А., Василенко О. В. Взаємозв'язок світових тенденцій розвитку ОБТ і форм та способів ведення збройної боротьби // Стратегічна панорама. 2009. № 4. С. 119–127.
2. Сенаторов В. Н., Борисюк А. А., Четырин С. П. Решение задачи скрытого прицеливания стрелкового оружия с помощью телевизионного прицела // Артиллерийское и стрелковое вооружение. 2007. № 1(22). С. 9–12.
3. Универсальный телевизионный прицел «Матлаша». URL: <https://zbroya.info/ru/11051> (дата звернення 01.02.2018).
4. Ильин А. Прицелы Александра Голодяева // Военный парад. 2000. № 1. С. 56–57.
5. Сенаторов Н. В., Микитенко В. И. Классификация и методика сопоставительного анализа оптических схем коллимационных прицелов // Артиллерийское и стрелковое вооружение : научно-технич. сб. Вып. 7. К. : НТЦ АСВ, 2003. С. 8–11.

6. Сенаторов Н. В., Кучеренко О. К. Однолинзовый коллиматорный прицел // Оптический журнал. 1997. Т. 64, №11. С. 58–59.
7. Сенаторов Н. В., Микитенко В. И. Сопоставительный анализ оптических схем коллиматорных прицелов // Артиллерийское и стрелковое вооружение : научно-технич. сб. Вып. 7. К. : НТЦ АСВ, 2003. С. 11–19.
8. Пат. 37105А (Україна), Спосіб підвищення точності прицілювання стрілецької зброї / Сенаторов В. М., Сенаторов М. В. Бюл. № 3, 2001.
9. Сенаторов М. В. Підвищення ефективності оптичних прицілів для стрілецької зброї : автореф. дис. ... канд техн наук. К., 2005. 20 с.
10. Справочник конструктора оптико-механических приборов / под ред. М. Я. Кругера и В. А. Панова. Л. : Машиностроение, 1967. 760 с.

Рецензент А. В. Гурнович, д-р техн. наук, старший наук. співробітник
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України)