



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 108426

(13) U

(51) МПК

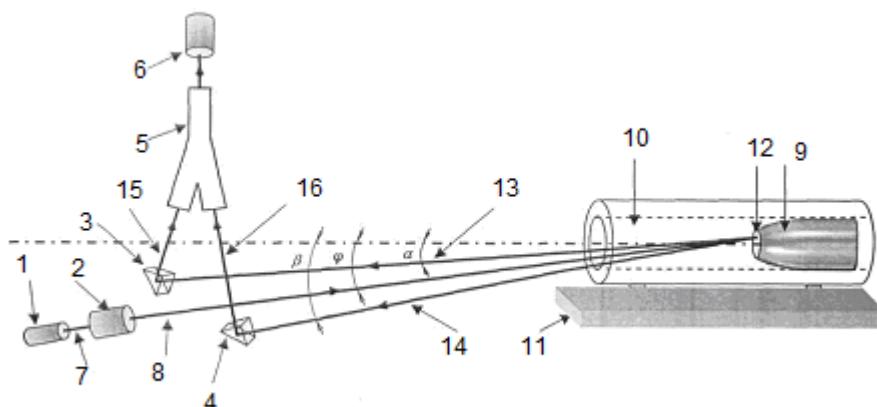
G01S 17/02 (2006.01)

G01S 17/58 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ****(21)** Номер заявки: **u 2016 01515****(22)** Дата подання заявки: **18.02.2016****(24)** Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **11.07.2016****(46)** Публікація відомостей  
про видачу патенту: **11.07.2016, Бюл.№ 13****(72)** Винахідник(и):**Крюков Олександр Михайлович (UA),  
Доля Григорій Миколайович (UA)****(73)** Власник(и):**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ,  
пл. Повстання, 3, м. Харків, 61001 (UA)****(54) ІНВЕРСНИЙ ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ЛАЗЕРНИЙ ДОПЛЕРІВСЬКИЙ ВИМІРЮВАЧ ШВИДКОСТІ РУХУ МЕТАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА В КАНАЛІ СТВОЛА****(57)** Реферат:

Інверсний диференційний лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху метального елемента в каналі ствола містить лазер, формувач променя, відбивач та фотоприймач. З метою підвищення точності вимірювання в ньому додатково застосовано допоміжний відбивач та світловодний з'єднувач.



UA 108426 U



Корисна модель належить до галузі вимірювальної техніки, а саме - до засобів вимірювання миттєвих значень швидкості руху металевих елементів в каналах стволів стрілецької зброї і артилерійських систем.

Відома конструкція вимірювача швидкості снаряду в каналі ствола [1], яка містить генератор надвисокочастотних (НВЧ) коливань, модулятор, датчик НВЧ сигналу, що закріплюється на дульному зрізі каналу ствола, а також систему оброблення вимірювального сигналу. Засіб вимірювання працює на основі реєстрації доплерівського зсуву частоти сигналу, який викликається рухом кулі в каналі ствола.

До основних недоліків такої конструкції належать складність системи оброблення вимірювального сигналу, обмеження на форму дульної частини каналу ствола, які накладаються для забезпечення ефективного функціонування датчика НВЧ сигналу, а також незворотне пошкодження кінцевої частини ствола, яким супроводжується приєднання датчика НВЧ сигналу.

Відома конструкція доплерівського вимірювача швидкості руху снаряду в каналі ствола [2], який містить джерело електромагнітних коливань, антену рупорного типу і пристрій для приймання і перетворення випромінювання. Електромагнітне випромінювання НВЧ діапазону від джерела електромагнітних коливань та електромагнітне випромінювання, відбите від снаряда, що рухається в каналі ствола, потрапляють до пристрою для приймання і перетворення випромінювання, в якому виділяється вимірювальна інформація про доплерівський зсув частот між цими двома сигналами.

Недоліком вимірювача є його обмежена точність внаслідок низького відношення "сигнал/шум", що зумовлено втратою значної частки потужності генератора, яка спрямовується до каналу ствола і, відповідно, до поверхні снаряда. Такий вимірювач придатний для визначення швидкості снарядів лише великого калібру внаслідок широкості просторової діаграми направленості випромінюваних електромагнітних коливань НВЧ діапазону. Крім цього, антена рупорного типу розташовується безпосередньо на траєкторії руху снаряда і руйнується після виходу снаряда з каналу ствола.

Найбільш близьким за технічною суттю та досягнутим результатом до об'єкта, що заявляється, є лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху металевих елементів в каналі ствола [3], який містить лазер, формувач променя, відбивач, а також фотоприймач, для якого забезпечується безпосередній оптичний контакт з поверхнею металевих елементів.

Суттєвим недоліком розглянутого вимірювача є таке. Випромінювання від лазера потрапляє на світлоподілювач, завдяки якому воно поділяється на два рівних за світловими потужностями зондувальних променів. При цьому світлові потужності  $P_1$ ,  $P_2$  кожного з двох зондувальних променів є вдвічі меншими за світлову потужність  $P_0$  вихідного лазерного променя:

$$P_1 = 0,5P_0, P_2 = 0,5P_0, \quad (1)$$

До фотоприймача надходять відбиті від поверхні металевих елементів промені, світлові потужності  $P_{1R}$ ,  $P_{2R}$  яких складають:

$$P_{1R} = 0,5kP_0, P_{2R} = 0,5kP_0, \quad (2)$$

де  $k$  - коефіцієнт відбиття світлоповертаючої поверхні.

Таким чином, поділ випромінювання від лазера на дві частини призводить до дворазового зменшення світлової потужності кожного з прийнятих променів, до відповідного падіння відношення "сигнал/шум" на вході фотоприймача і, таким чином, до обмеження точності вимірювання швидкості руху металевих елементів.

В основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу створення інверсного диференційного лазерного доплерівського вимірювача швидкості руху металевих елементів в каналі ствола, який забезпечує підвищену точність вимірювання за рахунок збільшення відношення "сигнал/шум" вхідного сигналу фотоприймача.

Поставлена задача вирішується тим, що в конструкції інверсного диференційного лазерного доплерівського вимірювача швидкості руху металевих елементів в каналі ствола, який містить лазер, формувач променя, відбивач, а також фотоприймач, згідно з корисною моделлю, додатково застосовано допоміжний відбивач та світловодний з'єднувач.

Застосування додаткового відбивача та світловодного з'єднувача забезпечує приймання відбитого від поверхні металевих елементів випромінювання під різними кутами до поздовжньої осі каналу ствола та спрямування його до фотоприймача. Таким чином встановлюється режим

опосередкованого оптичного контакту фотоприймача з металним елементом та забезпечується робота оптичної схеми вимірювача за інверсним диференційним методом лазерної доплерівської анемометрії, що веде до підвищення світлової потужності кожного з прийнятих променів, збільшення відношення "сигнал/шум" та відповідного підвищення точності вимірювання.

На кресленні наведено конструкцію інверсного диференційного лазерного доплерівського вимірювача швидкості руху металного елемента в каналі ствола. Вимірювач складається з лазера 1, формувача променя 2, відбивача 3, додаткового відбивача 4, світловодного з'єднувача 5 та фотоприймача 6. Лазер 1 відтворює когерентне випромінювання 7 в оптичному діапазоні довжин хвиль. Формувач променя 2 створює зондувальний промінь 8, який спрямовується на металний елемент 9 під заданим кутом  $\varphi$  до поздовжньої осі каналу ствола 10, що закріплюється на нерухомій опорі 11.

Для забезпечення відбиття випромінювання в тілесному куті, до якого потрапляють відбивач 3 і додатковий відбивач 4, а також для збільшення потужності відбитого випромінювання на фронтальній поверхні металного елемента 9 закріплюється світлоповертаюче покриття 12 на основі мікроскопулюок.

Відбивач 3 і додатковий відбивач 4 розміщуються в зоні, з якої забезпечується оптичний зв'язок з каналом ствола 10. При цьому випромінювання 13 і 14, відбите від металного елемента 9 під кутами  $\alpha$  і  $\beta$  в напрямках відбивача 3 і додаткового відбивача 4 відповідно, спрямовується на світловодний з'єднувач 5.

Кути  $\alpha$  та  $\beta$  вибираються таким чином, щоб задовольнялася умова  $\alpha - \beta < \theta$ , де  $\theta$  - кутова величина нульового порядку дифракції лазерного випромінювання на світлоповертаючому покритті.

Світловодний з'єднувач 5 спрямовує випромінювання 15, 16 від відбивача 3 і додаткового відбивача 4 до фотоприймача 6. Числова апертура світловодів вибирається таким чином, щоб забезпечити введення випромінювання 15 і 16 без втрат, що можливо за рахунок відповідного підбору коефіцієнтів відбиття серцевини та оболонки. Втратами світлової потужності при розповсюдженні світла у світловоді можна знехтувати, оскільки в сучасних світловодах коефіцієнт загасання має значення порядку 0,2 дБ/км.

Інверсний диференційний лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху металного елемента в каналі ствола працює таким чином.

Перед проведенням пострілу здійснюється юстирування оптичної схеми та забезпечення заданого ходу зондувального променя 8 в каналі ствола шляхом переміщення в просторі та повороту осей джерела електромагнітних коливань 1 і формувача променя 2.

За допомогою переміщення в просторі та повороту осей відбивача 3, додаткового відбивача 4 та світловодного з'єднувача 5 випромінювання 13, 14 спрямовуються до фотоприймача 6.

При цьому світлові потужності  $P_\alpha$ ,  $P_\beta$  випромінювання 13, 14, яке відбивається від світлоповертаючого покриття 12 та потрапляє до відбивача 3 і додаткового відбивача 4 відповідно, становлять:

$$P_\alpha = kP_0, P_\beta = kP_0, \quad (3)$$

Тому, на відміну від відомого лазерного доплерівського вимірювача швидкості руху металного елемента в каналі ствола [3], сумарна потужність світлового випромінювання, що приймається, збільшується у 2 рази, що відповідно збільшує й відношення "сигнал/шум".

Згідно з законом Доплера частоти відбитого випромінювання 13, 14 залежать від кутів  $\alpha$  (для випромінювання 13),  $\beta$  (для випромінювання 14) та кута зондування  $\varphi$ , а також від миттєвого значення  $V$  швидкості руху металного елемента 9, частоти  $f$  лазерного випромінювання 7 і швидкості  $c$  розповсюдження електромагнітних коливань у середовищі.

Внаслідок цього на фотоприймач 6 надійде випромінювання, що є результатом інтерференції двох відбитих від світлоповертаючого покриття 12 світлових хвиль. Це результуюче випромінювання формує вихідний сигнал фотоприймача 6, що містить коливання з частотою  $\Delta f$ , яка пропорційна шуканій швидкості  $V$  руху металного елемента:

$$\Delta f = kV, \quad (4)$$

де  $k = \frac{f}{c}(\cos \alpha - \cos \beta)$  - коефіцієнт пропорційності, який визначається параметрами елементів оптичної схеми.

Після юстирування оптичної схеми проводиться постріл, під час якого на виході фотоприймача 6 відтворюється вимірювальний сигнал, миттєві значення частоти якого визначають криву швидкості руху металевого елемента 9. Ці миттєві значення частоти сигналу на виході фотоприймача 6 реєструються або визначаються відомими методами і засобами вимірювання частоти.

Корисна модель може бути застосована для проведення експериментальних досліджень характеристик і оцінювання стану озброєння та боєприпасів, а також для визначення законів зміни або миттєвих значень швидкості руху металевого елемента при проектуванні стволів, розрахунку кінематики і динаміки рухомих частин стрілецької зброї і артилерійських систем.

Джерела інформації:

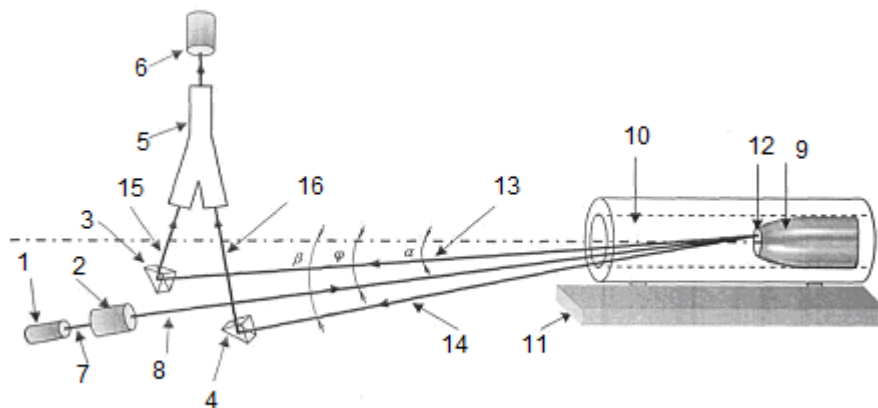
1. Пат. 4457206 США, МКИ G01S13/58; F42C17/04. Microwave-type projectile communication apparatus for guns. Пат. 4457206 США, МКИ G01S13/58; F42C17/04, Toullos Peter P. (США); Hartman Kenneth, Inc. - № 06/269,489; заявл. 02.06.1981; опубл. 03.07.1984, МКИ 89/14.5. - 37 с.

2. Пат. 0415906 Германия, МКИ G01S13/58; G01P3/66. Method and device for the determination of parameters of motion. Пат. 0415906 Германия, МКИ G01S13/58; G01P 3/66, Remhard Boschanig (Германия), Dr. Bernhard Zagar Inc. - № 19900809; заявл. 09.08.1990; опубл. 10.02.1993, МКИ G01S13/58 F; G01P3/66 B. - 8 с.

3. Пат. UA 88172 U Україна, МПК G01S17/02 (2006.01). Лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху металевого елемента в каналі ствола. Пат. UA 88172 U Україна, МПК G01S17/02 (2006.01), Крюков О.М. (Україна), Доля Г.Н. (Україна), Мудрик В.Г. (Україна). - № 88172; заявл. 10.06.2013; опубл. 11.03.2014. МПК G01S17/02 (2006.01). - 4 с.

## 25 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Інверсний диференційний лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху металевого елемента в каналі ствола, що містить лазер, формувач променя, відбивач та фотоприймач, який **відрізняється** тим, що з метою підвищення точності вимірювання в ньому додатково застосовано допоміжний відбивач та світловодний з'єднувач.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601