



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 96388

(13) U

(51) МПК

G01S 17/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 06375**

(22) Дата подання заявки: **10.06.2014**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.02.2015**

(46) Публікація відомостей **10.02.2015, Бюл.№ 3**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

Крюков Олександр Михайлович (UA),

Доля Григорій Миколайович (UA),

Мудрик Вадим Геннадійович (UA),

Надь Ольга Артурівна (UA)

(73) Власник(и):

Крюков Олександр Михайлович,

вул. Дерев'янка, 22-а, кв. 6, м. Харків (UA),

Доля Григорій Миколайович,

вул. Ак. Павлова, 309-б, кв. 27, м. Харків
(UA),

Мудрик Вадим Геннадійович,

Комсомольське шосе, 57-а, кв. 111, м.

Харків, 61064 (UA),

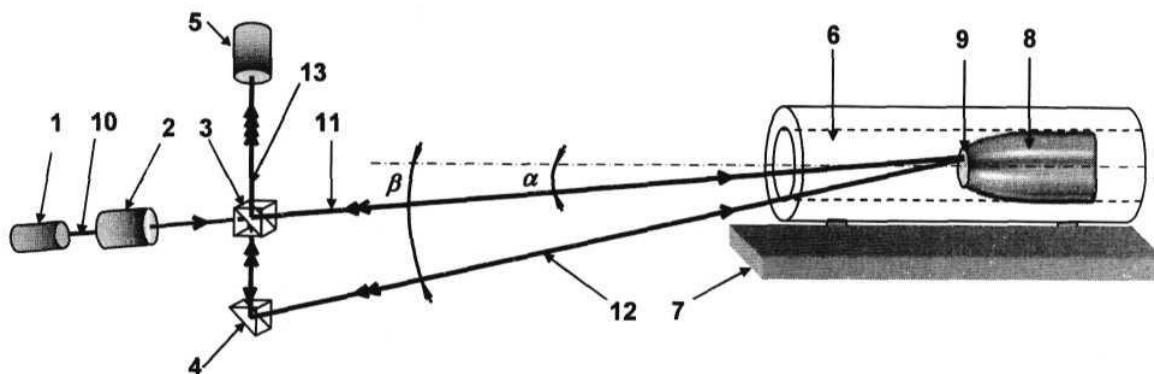
Надь Ольга Артурівна,

вул. Академіка Павлова, 134/16, кв. 304, м.
Харків (UA)

(54) ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ЛАЗЕРНИЙ ДОППЛЕРІВСЬКИЙ ВИМІРЮВАЧ ШВИДКОСТІ РУХУ МЕТАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА В КАНАЛІ СТВОЛА

(57) Реферат:

Диференційний лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху метального елемента в каналі ствола, що містить лазер, формувач променя, світлоподільну призму з напівпрозорим дзеркалом, відбивач та фотоприймач. З метою забезпечення визначення миттєвих значень швидкості метального елемента під час його руху на усій протяжності каналів стволів широкого діапазону їх довжин в ньому оптичний контакт фотоприймача з поверхнею метального елемента забезпечується опосередковано, за допомогою відбивача і світлоподільної призми, яка виконує функцію суматора відбитих променів.



UA 96388 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 засобу вимірювання швидкості снаряда 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 необхідність пошкодження кінцевої частини ствола, яким супроводжується приєднання датчика НВЧ сигналу.

Відома конструкція доплерівського вимірювача швидкості руху снаряда в каналі ствола [2], який містить джерело електромагнітних коливань 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. Крім того, вимірювач придатний для визначення швидкості снарядів лише великого калібру внаслідок широкості просторової діаграми направленості випромінюваних електромагнітних коливань НВЧ діапазону.

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, світлоподільну призму з напівпрозорим дзеркалом та відбивач, а також фотоприймач, для якого забезпечується безпосередній оптичний контакт з поверхнею металевих елементів.

Суттєвим недоліком розглянутого вимірювача є таке.

У міру повздовжнього руху металевих елементів у бік фотоприймача світлові плями, що формуються зондувальними променями в місцях їх відбиття від поверхні металевих елементів, віддаляються одна від одної внаслідок різниці кутів падіння зондувальних променів. При використанні вимірювача із зразками зброї з великими довжинами стволів така зростаюча з просуванням металевих елементів в каналі ствола просторова неузгодженість світлових плям зрештою перевищує розмір їх поперечника і досягає відстані, більшої діаметра світлової плями.

При цьому перебиття світлових плям на поверхні металевих елементів зникає, і спостерігається різке падіння амплітуди вихідного сигналу фотоприймача, який несе інформацію про доплерівський зсув частоти. Такий ефект відбувається внаслідок порушення умов антенної теореми Зігмана, яка вимагає узгодження просторових спектрів сигналів, розсіяних кожною світловою плямою. Це унеможливує реєстрацію змінної складової фотоструму на кінцевих ділянках руху металевих елементів в каналах стволів великої довжини.

В основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу створення лазерного доплерівського вимірювача швидкості руху, який забезпечує визначення миттєвих значень швидкості металевих елементів під час його руху на усій протяжності каналів стволів широкого діапазону їх довжин.

Поставлена задача вирішується тим, що в конструкції лазерного доплерівського вимірювача швидкості руху снаряда в каналі ствола, який містить лазер, формувач променя, світлоподільну призму з напівпрозорим дзеркалом, відбивач та фотоприймач, оптичний контакт фотоприймача з поверхнею металевих елементів забезпечується опосередковано, за допомогою відбивача і світлоподільної призми, яка виконує функцію суматора відбитих променів.

Встановлення опосередкованого оптичного контакту фотоприймача з металевим елементом через відбивач і світлоподільну призму, яка виконує функцію суматора відбитих променів, забезпечує роботу оптичної схеми вимірювача за подвійним диференціальним методом лазерної доплерівської анемометрії та веде до появи у фотострумі гармоніки, яка є стійкою до просторової неузгодженості світлових плям і може бути зареєстрована у будь-якій фазі руху металевих елементів. Умова узгодженості просторових спектрів сигналів, розсіяних кожною

світловою плямою (теорема Зігмана), у цьому випадку виконується автоматично на всій довжині каналу ствола за рахунок використання запропонованої у корисній моделі оптичної схеми.

На Фіг. 1 наведено конструкцію диференціального лазерного доплерівського вимірювача швидкості руху металюного елемента в каналі ствола. Вимірювач складається з лазера 1, формувача променя 2, світлоподільної призми з напівпрозорим дзеркалом 3, відбивача 4 та фотоприймача 5.

Лазер 1 відтворює когерентне випромінювання 10 в оптичному діапазоні довжин хвиль. Світлоподільна призма з напівпрозорим дзеркалом 3 і відбивач 4 створюють зондувальні промені 11, 12 при прямому ході випромінювання, а також спрямовують відбите в напрямках зондування випромінювання до фотоприймача 5. Таким чином, світлоподільна призма з напівпрозорим дзеркалом 3 виконує функцію суматора відбитих променів.

Фотоприймач 5 забезпечує приймання і перетворення випромінювання на фотострум.

Світлоподільна призма з напівпрозорим дзеркалом 3 і відбивач 4 розміщуються в зоні прямого оптичного зв'язку з каналом ствола 6, що закріплюється на нерухомій опорі 7. Фотоприймач 5 розміщується за ходом сумарного випромінювання 13, створеного світлоподільною призмою з напівпрозорим дзеркалом 3. Для підвищення відношення "сигнал - шум" шляхом збільшення потужності відбитого випромінювання на фронтальній поверхні металюного елемента 8 закріплюється світлоповертаюче покриття 9 на основі мікроскокульок.

Диференціальний лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху металюного елемента в каналі ствола працює таким чином.

Перед проведенням пострілу здійснюється юстирування оптичної схеми та забезпечення заданого ходу променів в каналі ствола шляхом переміщення в просторі та повороту осей лазера 1, формувача променя 2, світлоподільної призми з напівпрозорим дзеркалом 3, відбивача 4 та фотоприймача 5.

Зокрема, випромінювання 10 джерела електромагнітних коливань перетворюється на паралельні пучки світла за допомогою формувача променя 2 і спрямовується на світлоподільну призму з напівпрозорим дзеркалом 3, в результаті чого за допомогою також відбивача 4 формуються зондувальні промені 11, 12. Ці промені спрямовуються під кутами α , β відповідно на світлоповертаюче покриття 9, розміщене на поверхні металюного елемента 8.

Кожен з зондувальних променів 11, 12 відбивається в межах тілесного кута, розмір якого відповідає кутовій величині нульового порядку дифракції лазерного випромінювання на світлоповертаючому покритті. Кутове непогодження променів 11 і 12 обирається таким чином, щоб задовольнялася умова $\alpha - \beta < \theta$, де θ - кутова величина нульового порядку дифракції лазерного випромінювання на світлоповертаючому покритті.

Сумарне випромінювання 13, яке створюється відбитими променями після проходження ними світлоподільної призми з напівпрозорим дзеркалом 3, формується чотирма хвилями. Перша з них отримується в результаті падіння зондувального променя 11 та розсіювання його в напрямку світлоподільної призми з напівпрозорим дзеркалом 3. Друга хвиля отримується в результаті падіння зондувального променя 12 та розсіювання його в напрямку відбивача 4. Оскільки різницеий кут $\alpha - \beta$ лежить всередині кута θ , отримуються також третя хвиля в результаті падіння зондувального променя 11 та розсіювання його в напрямку відбивача 4 і четверта хвиля в результаті падіння зондувального променя 12 та розсіювання його в напрямку світлоподільної призми з напівпрозорим дзеркалом 3. Частоти відбитих хвиль залежать від кутів α і β , а також від миттєвого значення V швидкості руху металюного елемента, частоти f лазерного випромінювання 10 і швидкості ϵ розповсюдження електромагнітних коливань у середовищі. Таким чином, на фотоприймач 5 надійде сумарне випромінювання 13, що є результатом інтерференції чотирьох відбитих від світлоповертаючого покриття 9 променів.

Це результуюче випромінювання формує вихідний сигнал фотоприймача 5, у спектрі якого міститься складова

$$\Delta f' = \frac{2fV}{c} (\cos \alpha - \cos \beta),$$

яка є стійкою до просторової неузгодженості світлових плям. Стійкість амплітуди цієї складової фотоструму пояснюється постійністю кутів зведення в просторі відбитих променів на апертурі фотоприймача незалежно від напрямку розповсюдження у просторі зондувальних променів 11 і 12.

Як видно, частота $\Delta f'$ стійкої складової фотоструму пропорційна шуканій швидкості V руху металюного елемента:

$$\Delta f' = kV,$$

а коефіцієнт пропорційності $k = \frac{2f}{c}(\cos \alpha - \cos \beta)$ визначається параметрами елементів оптичної схеми вимірювача.

Після юстирування оптичної схеми проводиться постріл, під час якого на виході фотоприймача 5 відтворюється вимірювальний сигнал, миттєві значення частоти якого визначають криву швидкості руху металевого елемента 8. Ці миттєві значення частоти сигналу на виході фотоприймача 5 реєструються або визначаються відомими методами і засобами вимірювання частоти.

Таким чином, конструкція вимірювача дозволяє забезпечити реєстрацію змінної складової фотоструму навіть за наявності просторової неузгодженості променів на поверхні металевого елемента при його переміщенні в каналі ствола.

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

Джерела інформації:

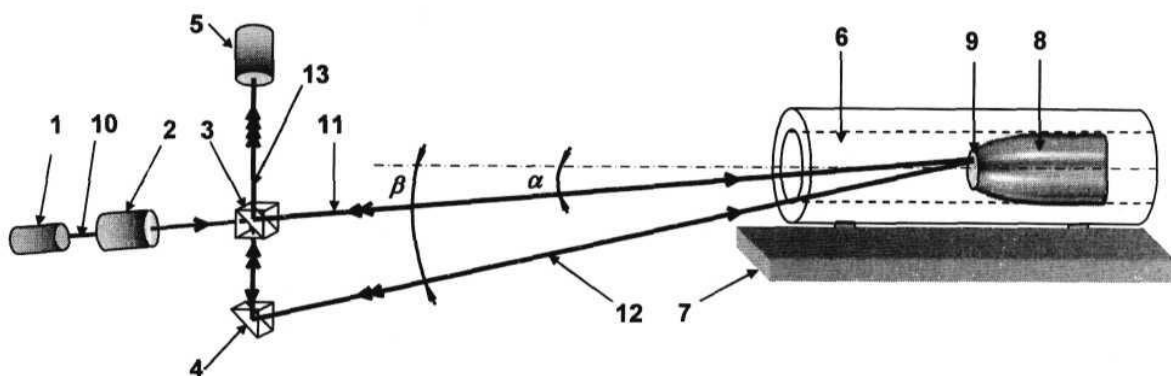
1. Пат. 4457206 США, МКИ G 01 S 13/58; F42C 17/04. Microwave-type projectile communication apparatus for guns. Пат. 4457206 США, МКИ G 01 S 13/58; F 42 C 17/04, Toullos Peter P. (США); Hartman Kenneth, Inc. - № 06/269,489; Заявл. 02.06.1981; Опубл. 03.07.1984, МКИ 89/14.5. -37 с.

2. Пат. 0415906 Германия, МКИ G 01 S 13/58; G 01 P 3/66. Method and device for the determination of parameters of motion. Пат. 0415906 Германия, МКИ G 01 S 13/58; G 01 P 3/66, Reinhard Boschanig (Германия), Dr. Bernhard Zagar Inc. - № 19900809; Заявл. 09.08.1990; Опубл. 10.02.1993, МКИ G 01 S 13/58 F; G 01 P 3/66 B.-8 с

3. Пат. UA 88172 U Україна, МПК G 01 S 17/02 (2006.01). Лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху металевого елемента в каналі ствола. Пат. UA 88172 U Україна, МПК G 01 S 17/02 (2006.01), Крюков О.М. (Україна), Доля Г.Н. (Україна), Мудрик В.Г. (Україна). - № 88172; Заявл. 10.06.2013; Опубл. 11.03.2014. МПК G 01 S 17/02 (2006.01).-4 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Диференційний лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху металевого елемента в каналі ствола, що містить лазер, формувач променя, світлоподільну призму з напівпрозорим дзеркалом, відбивач та фотоприймач, який **відрізняється** тим, що з метою забезпечення визначення миттєвих значень швидкості металевого елемента під час його руху на усій протяжності каналів стволів широкого діапазону їх довжин в ньому оптичний контакт фотоприймача з поверхнею металевого елемента забезпечується опосередковано, за допомогою відбивача і світлоподільної призми, яка виконує функцію суматора відбитих променів.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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

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