



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87030

(13) U

(51) МПК

G02B 27/48 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 04407**

(22) Дата подання заявки: **08.04.2013**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **27.01.2014**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **27.01.2014, Бюл.№ 2**

(72) Винахідник(и):

**Макаров Денис Григорович (UA),  
Джантиміров Анатолій Григорович (UA),  
Семко Олександр Миколайович (UA),  
Український Юрій Дмитрович (UA),  
Безкровна Марина Вікторівна (UA)**

(73) Власник(и):

**ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ,  
вул. Університетська, 24, м. Донецьк, 83001  
(UA)**

## (54) БЕЗКОНТАКТНИЙ ЛАЗЕРНИЙ ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ГОЛОВИ ІМПУЛЬСНОГО СТРУМЕНЯ РІДИНИ

### (57) Реферат:

Безконтактний лазерний пристрій вимірювання швидкості голови імпульсного струменя рідини містить блок. Пристрій містить два блоки, які розміщені на відстані один від одного. Один блок - передавач, який складається з двох напівпровідникових лазерів з довжиною хвилі 650 нм, розташованих на відстані 64 мм один від одного, струмообмежуючих резисторів, джерела живлення. Другий блок - приймач, що містить два фототранзистори, кварцовий резонатор, навантажувальні резистори фототранзисторів, мікроконтролер, блок світлодіодних індикаторів, клавіші управління.

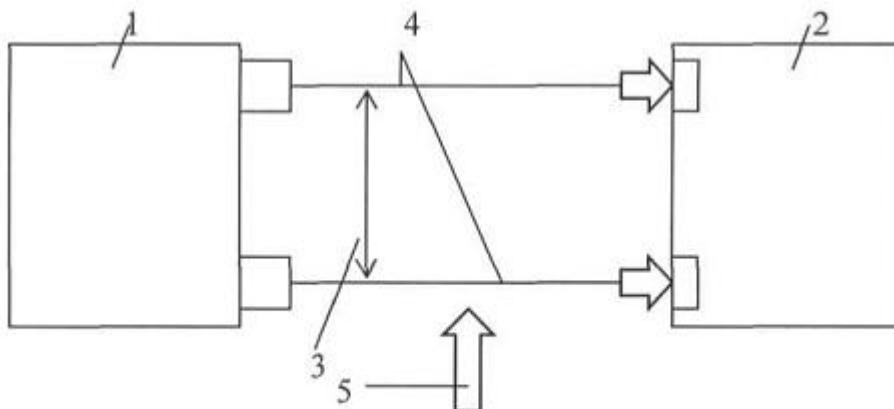


Fig. 1

UA 87030 U



Корисна модель належить до області вимірювання швидкості імпульсного струменя рідини і може бути використана при дослідженні розподілу швидкостей об'єктів, які швидко рухаються уздовж траєкторії руху.

Відомий хронограф ИБХ-741 [1] виконаний у вигляді насадки на дуло зброї і працює за індукційним принципом, тобто, придатний для вимірювання швидкості невеликих металевих предметів.

Найбільш близьким з технічної суті та досягнутого результату є відомий промисловий пристрій, що випускається, - хронограф, який застосовуються для вимірювання швидкості вильоту кулі різноманітної пневматичної або вогнепальної зброї. Хронограф ИБХ-715 [2] виконано у вигляді окремого блока, який містить у собі приймач і передавач та працює за принципом виміру часу прольоту снаряда між датчиками. Розрахунок часу запускається і припиняється при перетині оптичного променя, що потрапляє на фотоприймач. При цьому безліч різновидів даних хронографів не дозволяють використовувати їх для вимірювання швидкості прольоту голови імпульсного високошвидкісного рідинного струменя.

Проте, даний пристрій має тільки мережеве живлення, що не дозволяє застосовувати його для польових випробувань. Також відстань між випромінювачами і фотоприймачами у даному приладі фіксована і не перевищує 150 мм, що не дозволяє виміряти швидкість прольоту голови імпульсного високошвидкісного рідинного струменя, так як прилад у цьому випадку може бути пошкоджений.

В основу корисної моделі поставлена задача створення безконтактного лазерного пристрою вимірювання швидкості голови імпульсного струменя рідини, що дозволяє вимірювати швидкість об'єктів, розмір яких значно перевищує розміри вимірювального приладу, мобільний пристрій з незалежним живленням випромінювачів і приймачів, пристрій, який не залежить від величини часу відгуку (швидкодії) приймальних елементів - фототранзисторів.

Поставлена задача вирішується тим, що безконтактний лазерний пристрій вимірювання швидкості голови імпульсного струменя рідини, який містить блок, згідно з корисною моделлю, містить два блоки, які розміщені на відстані один від одного, один блок - передавач, який складається з двох напівпровідникових лазерів з довжиною хвилі 650 нм, розташованих на відстані 64 мм один від одного ("база" виміру), струмообмежуючих резисторів, джерела живлення, другий блок - приймач, що містить два фототранзистори, кварцовий резонатор, навантажувальні резистори фототранзисторів, мікроконтролер, блок світлодіодних індикаторів, клавіші управління.

На фіг. 1 зображена загальна схема пристрою, на фіг. 2 - зображений блок приймач; на фіг. 3 - зображений блок передавач.

Загальна схема безконтактного лазерного пристрою вимірювання швидкості голови імпульсного струменя рідини (фіг. 1) містить: блок випромінювачів - 1; блок приймач - 2; L-база - 3; промінь лазера - 4; напрямку руху об'єкта - 5.

Безконтактний лазерний пристрій вимірювання швидкості голови імпульсного струменя рідини містить блок приймач (фіг. 2): VT1 і VT2 - фототранзистори L-53P3C, ZQ1 - кварцовий резонатор 18 МГц, R1, R2 - навантажувальні резистори фототранзисторів. ATMEGA 88 мікроконтролер, VL1 - блок світлодіодних індикаторів, SA1-SA3 - клавіші управління.

Безконтактний лазерний пристрій вимірювання швидкості голови імпульсного струменя рідини містить блок передавач (фіг. 3): VD1 і VD2 - лазерні випромінюючі діоди з довжиною хвилі 650 нм; R1, R2 - струмообмежуючі резистори; GB1 - джерело живлення.

Живлення лазерів незалежне від трьох елементів AA напругою 1,5 вольт. Взаємне положення лазерів регулюється за допомогою мікрометричних гвинтів так, що промені лазерів можна налаштувати паралельно на відстанях до 15 метрів.

Блок приймач розташовується напроти блока випромінювачів таким чином, щоб промені лазерів попадали на вхідні отвори фототранзисторів. При проходженні водяного струменя перпендикулярно променям лазерів фотоприймачі по черзі припиняють приймати світло лазерів, що ініціює й зупиняє обчислення швидкості.

Блок приймачів побудований на основі мікроконтролера та дозволяє вимірювати швидкість у діапазоні від 20 м/с до 3999 м/с, відображати вимірюване число на екрані, відразу ж записувати результати виміру в енергонезалежну пам'ять, відображати по натисканню кнопок результати з пам'яті на екран, свідчити про помилку фотоприймачів у випадку, якщо один із променів не попадає на фотоприймач.

Основні вимоги до вимірювача швидкості:

вимірювання швидкості в діапазоні 50-3000 м/с;

безконтактний метод вимірювання;

невеликі габарити;

висока точність вимірювання;  
 мобільність і можливість роботи в польових умовах;  
 простота налаштування системи в польових умовах;  
 сучасна елементна база;

5 можливість роботи на різних відстанях.

Таким чином, з усього безліч обладнання, що випускається для вимірювання швидкості польоту об'єктів тільки описаний пристрій може бути застосований для вимірювання швидкості польоту голови імпульсної високошвидкісного струменя рідини.

10 Пристрій працює наступним чином. При прольоті об'єкта, швидкість якого необхідно виміряти, між блоком випромінювачів і приймачів об'єктом по черзі переривається лазерний промінь, який виходить з блока випромінювачів і потрапляє на фототранзистори блока приймачів, при цьому запускається і зупиняється підрахунок тактових імпульсів (частота дорівнює 18 МГц) блоком приймачів за час прольоту об'єктом відомої відстані L-бази приладу. Відповідно, кількість імпульсів потім перераховується у значення швидкості об'єкта в [м/с], що відображається на індикаторі блока приймачів.

15 Розподільну здатність пристрою при максимальній швидкості для вибраної бази й частоти тактового генератора можна підрахувати в такий спосіб. Час прольоту відстані бази при швидкості 2000 м/с  $\tau = \frac{0,064}{2000} = 32 \text{ мск}$ .

За час прольоту мікроконтролер нарахує  $N = \tau \cdot f = 32 \cdot 10^{-6} \cdot 18 \cdot 10^6 = 576$  імпульсів. Припустимо, що підраховалося 577 імпульсів. Тоді маємо розраховану швидкість  $v' = \frac{0,064}{\tau'} = \frac{0,064 \cdot f}{577} = 1996 \text{ м/с}$ . Таким чином, розподільна здатність приладу дорівнює 4 м/с при даній максимальній швидкості. А це відповідає відносній похибці  $\delta = \frac{4}{1996} \cdot 100\% = 0,2\%$

25 Також даний пристрій вільний від помилок, пов'язаних з недостатньою швидкістю фототранзисторів у порівнянні з р-і-п фотодіодами.

Резистори в ланцюгах емітерів фототранзисторів вибиралися з похибкою не більше 1 %, а фототранзистори вибиралися таким чином, щоб ємності емітер-колектор були близькими за значеннями у пари фототранзисторів, що суттєво знижує можливі похибки.

30 У даному пристрої, на відміну [2], випромінювачі і приймачі виконані у вигляді окремих блоків, відстань між якими не є фіксованою і може змінюватись, досягаючи 10 і більше метрів. Це досягається за допомогою застосування в блоці лазерних випромінювачів світлодіодів, напрямок випромінювання яких керується мікрометричними гвинтами так, що промені лазерів можуть бути зведені паралельно на відстанях до 15 метрів. Таким чином, пристрій може бути застосовано для вимірювання швидкості польоту об'єктів, розміри яких значно перевищують 35 розміри блоків випромінювачів і приймачів. Крім того, при прольоті голови високошвидкісного імпульсного рідинного струменя створюється значний перепад тисків, який у разі проходження цього струменя поблизу пристрою вимірювання швидкості може пошкодити останнього. Завдяки великій відстані між блоками випромінювачів і приймачів (до 10 метрів) гармату для пострілу струменя рідини можна встановлювати між блоками на відстані до 5 метрів від кожного блока, 40 що не дозволить пошкодити пристрій.

Довжина хвилі напівпровідникового лазера 650 нм вибрана, виходячи з найбільшого поширення простих напівпровідникових лазерів саме з такою довжиною хвилі та з спектральної чутливості вибраних фототранзисторів. Припускається використання інфрачервоних лазерів, 45 тому що вибрані фототранзистори працюють до довжин хвиль оптичного випромінювання 950 нм, але налаштування та юстирування променів у інфрачервоному невидимому спектрі може бути ускладненим.

Довжина "бази" виміру вибрана 64 мм, бо саме з таким значенням, що дорівнює 2 в ступеневій функції, найпростіше зробити математичну обробку сигналів у мікроконтролері. При збільшенні "бази" прилад буде мати більші габарити та швидкість об'єкта вимірювання може змінюватись за час проходження даної відстані. При зменшенні "бази" зростає похибка обчислення.

Таким чином, даний пристрій повністю задовольняє пропонованим вимогам і може бути застосований для виміру швидкості польоту високошвидкісного водяного струменя.

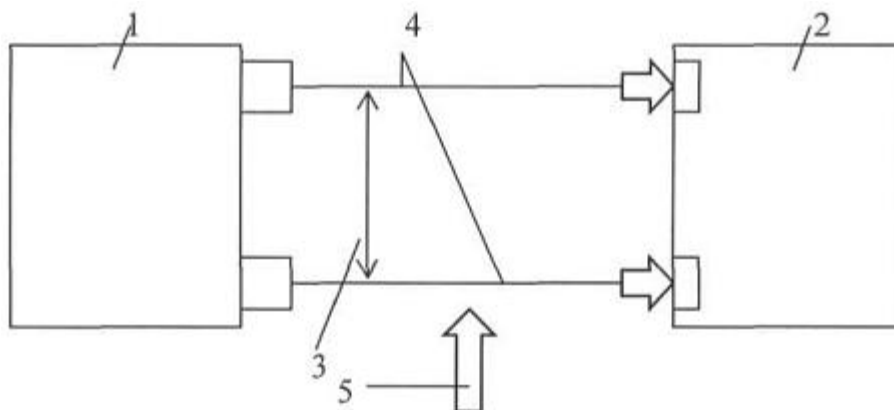
Джерела інформації:

55 1. <http://kozaki.com.ua/catalogue/katalog-tovarov/misheni-i-prochee/khronograf-ibkh-741-novinka/>

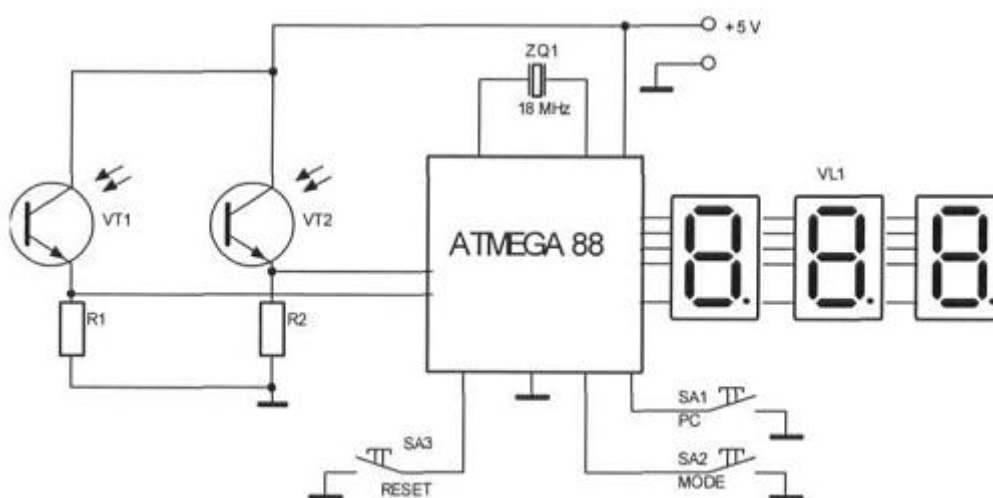
2. <http://airgun.org.ua/hron-manuals> (прототип).

### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

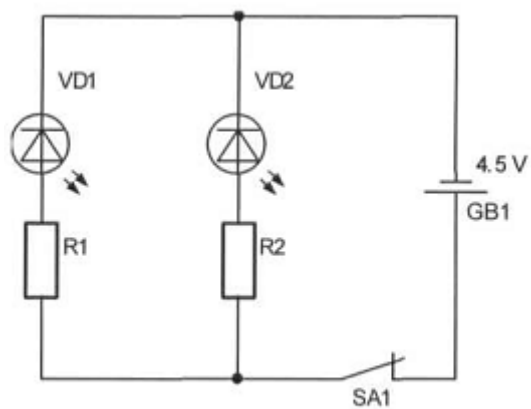
- 5 Безконтактний лазерний пристрій вимірювання швидкості голови імпульсного струменя рідини, що містить блок, який **відрізняється** тим, що пристрій містить два блоки, які розміщені на відстані один від одного, один блок - передавач, який складається з двох напівпровідникових лазерів з довжиною хвилі 650 нм, розташованих на відстані 64 мм один від одного, струмообмежуючих резисторів, джерела живлення, другий блок - приймач, що містить два фототранзистори, кварцовий резонатор, навантажувальні резистори фототранзисторів, мікроконтролер, блок світлодіодних індикаторів, клавіші управління.
- 10



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

---

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

---

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